Ueber den Bau

der

NERVEN-PRIMITIVFASER UND DER NERVENZELLE.

Von

Dr. B. Stilling.

BEITRÄGE

ZUR

NATUR- UND HEILKUNDE.

VON

DR. B. STILLING.

ERSTES HEFT:

Anatomische und mikroskopische Untersuchungen über den feineren Bau der Nerven-Primitivfaser und der Nervenzelle.

FRANKFURT A/M.

VERLAG DER LITERARISCHEN ANSTALT

(J. RÜTTEN).

1856.

ANATOMISCHE UND MIKROSKOPISCHE

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN FEINEREN

BAU DER NERVEN-PRIMITIVFASER

UND DER

NERVENZELLE.



VON

Dr. B. STILLING,

PRAKTISCHEM ARZTE UND OPERATEUR IN CASSEL.

MIT ZWEI TAFELN LITHOGRAPHIRTER, ZUM THEIL ILLUMINIRTER ABBILDUNGEN.

FRANKFURT A/M.

VERLAG DER LITERARISCHEN ANSTALT

(J. RÜTTEN).

1856.

Druck von Trömner & Dietrich (früher Hotop) in Cassel.

VORWORT.

Wenn ich vor nunmehr zehn Jahren, am Schlusse des Vorworts zu meiner Schrift über den Pons Varolii, zunächst die Abhandlung über das kleine Gehirn zu liefern versprach, so fühle ich, diesem meinem Versprechen gegenüber, die Nothwendigkeit einer Rechtfertigung oder Erklärung, weshalb ich in vorliegender Schrift einen andern Gegenstand der Neurotomie behandle, und in einer, binnen wenigen Wochen folgenden, zweiten grösseren Schrift gleichfalls noch nicht über den Bau des Cerebellum reden werde. Bereits zur Zeit der Veröffentlichung meiner Schrift über den Pons Varolii hatte ich ein umfangreiches Material über die Textur des kleinen Gehirns gesammelt, und dieses Material ist durch die fortgesetzten Arbeiten, welche ich diesem Gegenstande im letzten Jahrzehent gewidmet habe, bereits dem Abschlusse nicht mehr fern. Indessen die wiederholte Untersuchung der bereits früher von mir bearbeiteten centralen Nervengebilde, insbesondere des Rückenmarks, zeigten mir so Vieles, was mir früher entgangen war, dass ich, abwechselnd mit den Arbeiten über das Cerebellum, auch noch eine durchgreifende Revision meiner Untersuchungen über das Rückenmark und verlängerte Mark vornahm, und diesen Theil des Centralnervensystems genauer als früher in Bezug auf seinen feinsten Bau zu erforschen strebte. Ich habe diese Arbeit, welcher ich einen grossen Theil meiner Zeit gewidmet, vorläufig zum Abschluss gebracht, und wenn ich auch früher die Veröffentlichung meiner Schrift über das Cerebellum zunächst zu bewerkstelligen entschlossen war, so haben doch die zahlreichen und bedeutenden Arbeiten, welche in so auffallend rascher Folge gerade in den letzten Jahren über den Bau des Rückenmarks publicirt worden sind, und welche das grosse Interesse beweisen, das so viele Forscher an der genaueren Aufklärung dieses für die Lebensökonomie so wichtigen Organes nehmen, meinen früheren Entschluss geändert. Gerade dieses rege Interesse an einem auch von mir mit Vorliebe bearbeiteten Zweige der Neurotomie hat mich daher bestimmt, auch die von mir beendigten Arbeiten über die Textur des Rückenmarks noch vor der Abhandlung über den Bau des kleinen Gehirns zu veröffentlichen. Als ein wesentlicher Theil dieser Untersuchungen ist aber eine genauere Erforschung der Elementarbestandtheile des Nervensystems von mir seit Jahren betrachtet worden, und auf solche Weise ist die Abhandlung, welche den Gegenstand der vorliegenden Schrift bildet, zugleich mit den übrigen genannten entstanden. Da aber die Lehre von den Elementarbestandtheilen des Nervensystems sowohl als ein wesentlicher integrirender Theil einer Abhandlung über das Rückenmark, wie über das Cerebellum oder andere Theile des centralen oder peripherischen Nervensystems zu betrachten ist, und jenen gewissermaassen zu Grunde gelegt werden muss, so schien es mir passend, diese kleine Schrift über die Elemente des Nervensystems den übrigen mehr morphologischen Abhandlungen über die nervösen Centralgebilde vorauszuschicken.

Eine neue Methode anatomischer Untersuchung bringt gewöhnlich neue Resultate anatomischer Anschauung. In den folgenden Blättern habe ich die Resultate einer bisher meines Wissens noch nicht ausgeführten Methode der Untersuchung der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle mitgetheilt. Man hat zwar vor mir vielfach feine Längs- und Querabschnitte von Nerven untersucht. Ich weiss aber nicht, ob man jemals so feine Abschnitte von in Chromsäure gehärteten Nervenelementen angefertigt und in der Weise Schicht für Schicht mikroskopisch untersucht habe, wie ich es gethan. Mir wenigstens scheint es gewiss, dass die früher gemachten Längs- und Querabschnitte nicht mit der erforderlichen Feinheit angefertigt und nicht mit der nothwendigen Genauigkeit untersucht worden sind. — Ich habe diese Lücke nach besten Kräften auszufüllen gesucht; ich weiss aber recht gut, dass noch sehr Vieles in meiner Beschreibung mangelhaft und noch Vieles aufzuklären übrig ist, was mit besseren Instrumenten als denen, die uns heute zu Gebote stehen, zukünftigen Forschern vorbehalten bleibt.

Eine kurze Mittheilung der Ergebnisse meiner Untersuchungen wurde der Académie des Sciences in Paris, im September 1855, durch *Claude Bernard* gemacht, dem gegenüber ich Gelegenheit hatte, meine Angaben durch Vorzeigung und Prüfung verschiedener von mir angefertigter Präparate zu begründen. S. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tome XLI, séances des 12 et 19 novembre 1855. „Sur la structure de la fibre nerveuse primitive et de la cellule nerveuse.“ Die vorliegende Abhandlung enthält eine genauere und ausführlichere Auseinandersetzung der betreffenden Thatsachen; und die beigegebenen mit fast photographischer Treue von *H. Honig* in Göttingen unter einem vorzüglichen Mikroskope von *Meyerstein* gezeichneten lithographischen Abbildungen, die aber an Schärfe und Klarheit weit unter den von mir angefertigten Präparaten stehen, dürften meine Angaben besser erläutern. Keine Kunst aber ist im Stande, die zarten und feinsten Gebilde der Natur so treu und scharf darzustellen, wie sich dieselben in den feineren Abschnitten unter dem Mikroskope unseren Blicken darbieten. Die Skizzen auf der zweiten Tafel, Fig. 16—60, habe ich selbst gezeichnet, und ich gebe sie für nichts anderes, als für den ganz rohen Ausdruck dessen, was ich durch sie in meiner Schrift nur andeuten wollte. Ich hoffe, dass eine sorgfältige Wiederholung meiner Methode der Untersuchung durch andere Forscher meine Angaben bestätigen, und dass man die von mir gegebene Darstellung in ihren Grundzügen als wahr erkennen wird. Ich bin aber fern davon, eine solche Bestätigung von der nächsten Zeit zu erwarten. Bedenkt man, wie langer Zeit es bedurfte, um den Axencylinder der Primitivnervenfaser von jedem Anzweifeln zu befreien, so muss man zur Bestätigung viel feinerer Structurverhältnisse in Nervenfaser und Nervenzelle auf eine lange Reihe von auftauchenden Controversen gefasst sein, um so mehr, als optische Täuschungen hier nahe liegen, die bei der Feinheit der zu untersuchenden Gegenstände nur schwer zu vermeiden sind.

Ich habe absichtlich in vorliegender Abhandlung ein tieferes Eingehen auf viele sehr nahe liegende Fragen vermieden, z. B. auf die feineren Verschiedenheiten, welche man in der Form, dem Bau etc. der peripherischen und centralen, der dickeren und feineren Primitivfasern, sowie der peripherischen und centralen Nervenzellen und der mit motorischen Fasern und der mit sensitiven Fasern zusammenhängenden Nervenzellen u. s. w. wahrnimmt, und welche Gegenstand einer grösseren Abhandlung bilden werden, in welcher die anatomischen Unterschiede zwischen sensitiven, motorischen Nerven u. s. w. darzulegen sind. Mein Zweck war vorerst nur die in den gröberen Zügen gegebene allgemeine Beschreibung des feineren Baues der Nervenfaser und Nervenzelle, wie solcher als wesentlich in den betreffenden Theilen, in allen Provinzen des Nervensystems und in allen Thierklassen, mit unseren jetzigen Hülfsmitteln zu erkennen ist.

Ich habe ausserdem auch mit Absicht eine jede Folgerung unberührt gelassen, welche aus den von mir gesehenen anatomischen Thatsachen in physiologischer Hinsicht abgeleitet werden könnte. Ich wollte weiter nichts, als treu berichten, was die Naturbeobachtung lehrt. Wer die Geschichte der Nervenanatomie und Nervenphysiologie des letzten Jahrzehents prüfend durchgeht, der muss in der That

in den vielen, mit grosser Zuversicht aufgebauten und durch alsbald bekannt gewordene, an die Ironie des Schicksals mahnende, neue Thatsachen enttäuschten und widerlegten Theorien eine Warnung erblicken, jetzt schon Ansichten über die Function von Theilen aufstellen zu wollen, deren Erkenntniss noch weit — weit von einem wünschenswerthen Ziele entfernt ist. Unsere Kenntniss selbst vom groben Bau des Nervensystems ist noch zu sehr in der ersten Kindheit, als dass wir jetzt schon wagen dürften, über die Function dieser Gebilde mit einigem Glück unsre Theorieen aufzustellen. Ich kann meine Ansicht hierüber nicht besser ausdrücken, als mit den Worten, die ich in einer Zuschrift aus verehrter würdiger Hand erhalte: „Wir stehen vor dem zugeschlossenen Thor, wir pochen an und horchen, wir lugen forschend durch alle Spalten, unser Ohr vernimmt Laute aus der wunderbaren Tiefe, es dringt auch ein und der andere Lichtstrahl aus der geheimnissvollen Welt zu unseren Blicken — aber noch ist uns das Thor und bleibt uns vielleicht für immer verschlossen."

In der That dürften auch auf wenige Gegenstände der Naturforschung passender als auf die Erforschung der Organe des Nervensystems und seiner Functionen die Worte der Dichtung anwendbar sein, die da sagen:

„Nimmer vermag bis zum Grund zu erschöpfen den Brunnen des Wissens
„Auf- und absteigend der Krug, welchen der Forscher gefüllt."

(A. v. D.)

Cassel, 1. Mai 1856.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

Ueber den feineren Bau der Nerven-Primitivfaser und der Nervenzelle.

ERSTE ABTHEILUNG.

Ueber den Bau der Nerven-Primitivfaser.

Wenn man eine dicke Nervenwurzel oder einen grösseren peripherischen Nervenstamm, z. B. den Nervus brachialis oder ischiadicus eines Ochsen, auf bekannte Weise in Chromsäure dergestalt härtet [1]), dass man mittelst eines sehr scharfen Rasirmessers die feinsten Abschnitte der Länge wie der Quere nach davon nehmen kann; wenn man alsdann, auf die von mir in meinen früheren Schriften [2]) beschriebene Weise, von dem gehärteten Nervenstamme so feine Abschnitte Schicht für Schicht nimmt [3]),

---

[1]) Nach meinen bisherigen Beobachtungen muss ich folgendes Verfahren zur Härtung von Nervensubstanzen, Behufs späterer Zerlegung derselben in feine Abschnitte, als das passendste bezeichnen: Möglichst frische Nervensubstanz (Rückenmark, Nervenstämme oder Nervenwurzeln, Ganglien oder Gehirn-Theile) wird zuerst in eine Chromsäurelösung gelegt, welche in einem Pfund destillirten Wassers zehn Gran crystallisirte Chromsäure enthält. Am folgenden Tage füge ich so viel crystallisirte Chromsäure hinzu, dass 20 Gran auf ein Pfund Wasser kommen; und so verstärke ich täglich diese Lösung durch einen Zusatz von Chromsäure, bis zuletzt eine Unze crystallisirter Chromsäure in einem Pfunde Wasser enthalten ist, also die Auflösung etwas über 8 % crystallisirte Säure enthält. Diese Quantität crystallisirter Säure in der betreffenden Härtungsflüssigkeit ist viel stärker als in der von andern Schriftstellern als passend bezeichneten Auflösung (von 4 — 5 % crystallisirter Säure). Ich finde aber, dass die Theile durch allmählig verstärkten Zusatz der Chromsäure sich gleichmässiger und besser durch und durch härten, als wenn man sie sogleich in eine 4 — 5-procentige Auflösung legt, ohne späteren neuen Zusatz von Säure.

[2]) Ueber die Medulla oblongata, 1843, Vorrede; über den Pons Varolii, 1846, p. 14 — 16.

[3]) Das beste Verfahren die feinsten Abschnitte zu erlangen ist, nach meinen bisherigen Beobachtungen, folgendes: Der betreffende Theil wird, nach gehöriger Härtung in Chromsäure, aus der Härtungsflüssigkeit herausgenommen und einige Minuten lang in höchst rectificirten Weingeist (von 96 — 97 %) gelegt, damit sich die an der Oberfläche haftende Säure abspühle. Alsdann nimmt man ein breites, hohl geschliffenes, sehr fein polirtes und höchst scharfes Rasirmesser, dessen Klinge von der Ferse gegen die Spitze hin an Breite zunimmt, befeuchtet dessen beide Flächen mit Weingeist (von 96 — 97 %) mittelst eines Pinsels, bringt auf die obere Fläche der horizontal gehaltenen Klinge noch ausserdem 20 — 30 Tropfen des Weingeistes, — ergreift dann das Präparat mit der andern Hand so, dass der Zeigefinger derselben frei bleibt und, halb ausgestreckt, dem Rasirmesser als stützende und leitende sichere Unterlage dient, setzt dann die Schärfe des Messers — stets in horizontaler Richtung — an und beginnt den Schnitt, der von der gewollten Stelle des Präparats eine Schicht abtrennt, welche die höchste nur irgend erreichbare Feinheit besitzen muss, wenn sie zu der betreffenden Untersuchung brauchbar sein soll. Die abgetrennte Schicht muss, gleich einem zarten Hauche auf einer Glasplatte, so überaus dünn sein, dass sie die Politur der Messerklinge ganz und gar durchscheinen lässt. Während des Schneidens tritt der auf der oberen Messerfläche befindliche Weingeist unter den freien Theil des feinen Segments, letzteres wird dadurch in die Höhe gehoben, von der Messerfläche ent-

dass — in Längsabschnitten — die in den einzelnen Segmenten enthaltenen Primitivfasern in ihrer Continuität, sowohl durch kürzere oder längere Strecken unverletzt, als auch einzeln neben einander und nicht zu mehreren über- oder untereinander liegend, enthalten sind, mit andern Worten: wenn die Dicke des genommenen Längs-Abschnittes 1/300''' bis höchstens 1/100''' beträgt, oder nicht grösser ist als die Dicke einer einzigen breiten Nerven-Primitivfaser [4]); wenn ferner die genommenen Querabschnitte eben so fein sind als die Längsabschnitte, so dass sie, wenn mikroskopisch untersucht, auch noch bei den höchsten Vergrösserungen durchsichtig genug erscheinen und mit aller nur wünschenswerthen Klarheit und Schärfe ihre einzelnen Theile erkennen lassen; — wenn man alsdann einen so feinen Queroder Längsabschnitt aus einem Nervenstamm, einer Nervenwurzel u. s. w., mit verdünnter Chromsäure oder Alkohol oder Chlorcalcium-Lösung befeuchtet, auf eine Glasplatte legt und mit einem entsprechend feinen Deckplättchen bedeckt unter das Mikroskop bringt, und solchen Anfangs mit schwächeren, dann mit stärkeren und endlich den stärksten brauchbaren Vergrösserungen guter Mikroskope, z. B. von 700—800 (linear) der *Kellner*'schen, 800—900 der *Meyerstein*'schen, 600—700 der *Nachet*'schen Mikroskope etc. sorgfältig untersucht, wobei es wichtig ist, dass man erst mit schwächeren 2—400-fachen Vergrösserungen die brauchbarsten, d. h. dünnsten Stellen des Präparats ausfindig macht und letztere nun mit allmählig verstärkten Vergrösserungen untersucht, — so findet man die folgenden Thatsachen:

A. Auf Längsabschnitten.

Vergl. hierzu Tafel 1. Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.

Auf den ersten Blick, und besonders bei den geringeren Vergrösserungen (2—400) sieht man meist eine grössere oder kleinere Zahl von Primitiv-Nervenfasern kürzere oder längere Strecken hindurch einander parallel laufen, eine neben der andern; an jeder sieht man den Axencylinder, die Hülle, und zwischen beiden eine Zwischensubstanz, das sogenannte Mark, von unbestimmter Form anscheinend. Bringt man nun eine vorzugsweise isolirte Faser oder eine ganz besonders dünne und durchsichtige Stelle ihres Verlaufs in den Focus und wendet die stärkste Vergrösserung (8—900) an, so sieht man Folgendes:

---

fernt, und dadurch die Freiheit der Messerbewegung bei dem ferneren Schneiden gesichert und erleichtert. Hat man durch einen raschen und leicht geführten Zug der Messerschneide den feinen Abschnitt gefertigt und liegt letzterer auf der oberen Fläche des Messers frei, so neigt man letzteres über eine Glasplatte, und lässt den Weingeist ablaufen. Mit diesem geht der Abschnitt selbst auf die Glastafel über, oder, falls er zurückbleibt, so wird derselbe mittelst frisch hinzugetröpfelten Weingeistes abgespült und so auf die Glastafel gebracht. Je nachdem man nun diesen Abschnitt für eine kürzere Untersuchung bestimmt, bedeckt man ihn einfach mit einem Glastäfelchen und ersetzt den verdunstenden Weingeist durch neuen mittelst eines Pinsels, oder — ist der Abschnitt zu einer längeren Untersuchung bestimmt, oder soll er Tage lang aufbewahrt werden, so bringt man, nach Verdunstung des Weingeistes, einen Tropfen Chlorcalciumlösung (concentrirte) an den Rand des Deckgläschens, von wo aus er rasch über den feinen Abschnitt und unter das Deckgläschen gelangt. Auf die in Chromsäure gehärteten Präparate übt weder Weingeist noch Chlorcalcium eine merkliche Veränderung aus.

[4]) Die Dicke feiner Abschnitte oder Segmente mit Sicherheit zu messen findet man bei der Untersuchung des Rückenmarks von Petromyzon fluviatilis schöne Gelegenheit. An feinen Querabschnitten dieses Theils kann man nämlich die Axencylinder in den colossalen *Müller*'schen Fasern durch Compression mittelst des Deckgläschens aus der verticalen Stellung in die horizontale oft leicht umquetschen; hierdurch erblickt man die betreffenden Axencylinder-Segmente in der ganzen Länge, in welcher sie durch das Messer von dem Rückenmarke abgetrennt worden sind. Die directe Messung eines jeden dieser Axencylinder-Fragmente giebt alsdann, wie sich von selbst versteht, genau die Dicke des feinen Abschnitts an, in dem sie enthalten sind. Das Hauptaugenmerk ist darauf zu richten, dass die Dicke eines Abschnitts geringer sei als die einer dicken Nervenfaser, und geringer als der Durchmesser einer grossen Nervenzelle. Wenn man alsdann, Schicht für Schicht, von einer Fläche eines Präparats mehrere solcher Abschnitte nach einander nimmt, so ist, z. B. von einem Nervenstamm in Längsabschnitten, von einer und derselben Primitivfaser in zwei oder drei auf einander folgenden feinen Segmenten ein Theil enthalten; oder, bei Abschnitten aus Ganglien oder der grauen Rückenmarkssubstanz, von einer und der nämlichen grossen Nervenzelle ein Theil in mehreren auf einander folgenden Abschnitten sichtbar. Das genaue mikroskopische Studium solcher feiner Abschnitte einer Primitiv-Nervenfaser oder einer Nervenzelle bietet andre und meist schärfere und bessere Anschauungen, als die Anschauung einer ganzen Zelle oder ganzen Primitivfaser, wie sich aus dem Folgenden ergeben dürfte.

1) Die Hülle oder Scheide

einer jeden Primitivfaser, breiteren oder schmäleren, erscheint aus einem sehr complicirten Netzwerke von sehr feinen Fasern oder Röhrchen an allen Stellen ihres Verlaufes zusammengesetzt. Taf. 1. Fig. 1 — 9. — Diese feinen Fasern oder Röhrchen verlaufen sowohl der Länge wie der Quere nach an den verschiedensten Stellen der Hülle der Primitivfaser und in den verschiedensten Richtungen. Taf. 1. Fig. 6 — 9. — Die Breite oder Dicke dieser feinen Fasern oder Röhrchen geht von $^1/_{1500}$''' bis $^1/_{3000}$''' und zeigt sich noch häufiger unmessbar fein. Ihre Farbe ist himmelblau und abwechselnd röthlich in Chromsäurepräparaten, die mit Wasser, Weingeist oder Chlorcalcium befeuchtet sind. Die Contouren der messbaren Fasern sind dunkelschwarz, meistens einander parallel; doch nicht an allen Stellen; vielmehr finden an einer und derselben feinsten Faser hie und da Verbreiterungen oder Verschmälerungen Statt. — Die der Länge der Primitivfaser nach verlaufenden feinsten Fasern lassen sich nur kurze Strecken in der genannten Richtung verfolgen, etwa $^1/_{100}$'''; Fig. 1. 2. 3; meist biegen sie nach kürzerem oder längerem Verlaufe in die schräge oder quere Richtung um, und während viele aus dem Gesichtsfelde verschwinden, sieht man andere sich in grösserer oder kleinerer Zahl gegen die Mitte oder die Axe der Primitivfaser hinwenden, und hier treten diese mit dem Axencylinder in unmittelbare Verbindung ein. — Die schräg oder quer verlaufenden feinsten Röhrchen lassen sich gleichfalls nur kurze Strecken, selten länger als $^1/_{100}$''' weit, in einer und derselben Richtung verfolgen; sie nehmen bald sich schlängelnd eine andere Richtung an, verschwinden aus dem Gesichtsfelde, oder erscheinen in Verbindung mit dem Axencylinder. Fig. 1. 2. 3. 4. 5 — 9. — Die genannten feinsten Röhrchen oder Fasern bilden vielfache Communicationen, Kreuzungen und Verflechtungen untereinander in der Hülle der Primitivfaser und erzeugen hierdurch ein mehr oder weniger dichtes Netzwerk von Röhrchen oder Fasern. Die Hüllen der benachbarten Primitivfasern haben zahlreiche Communicationen, indem von der Hülle der einen zu derjenigen der nächstliegenden Primitiv-Nervenfaser zahlreiche feinste Röhrchen oder Fasern übergehen. S. besonders Fig. 6. 7. 8.

2) Der Axencylinder

erscheint in jeder Primitivfaser ganz deutlich als ein meist die Axe jeder Primitivfaser bildender dünnerer oder dickerer Faden oder Cylinder. — In den erwähnten Chromsäure-Weingeist-Präparaten hat derselbe eine himmelblaue Farbe und dunkle Contouren; die Masse zwischen beiden Contouren bald gleichmässig blau, bald gestreift oder punktirt. Die Dicke desselben (Querdurchmesser) ist an den verschiedenen Stellen seines Verlaufes ziemlich verschieden, er zeigt an vielen Stellen Anschwellungen, an anderen Verdünnungen. — Derselbe zeigt an sehr vielen wo nicht den meisten Stellen seines Verlaufes Ausläufer, Ramificationen, indem er sich dichotomisch oder trichotomisch theilt. An der Stelle, wo diese Ausläufer abgehen, ist der Axencylinder häufig breiter oder dicker; unterhalb des Abgangs oft dünner, noch weiter unten häufig wieder dicker; noch häufiger erleidet der Axencylinder keine bemerklichen Dimensionsveränderungen an den Stellen, wo die Ausläufer sich von ihm sondern. — Diese Ausläufer gehen meist in schräger Richtung, oft auch quer oder geschlängelt, kürzere oder längere Strecken in Continuität sichtbar, zur Peripherie der Primitiv-Nervenfaser, und verbinden sich hier mit den feinsten Fasern oder Röhrchen der Hülle oder Scheide. — Die Ausläufer oder die Verästelungen des Axencylinders unterscheiden sich weder in Farbe, Form, noch in anderer Weise von den feinsten Fasern an der Peripherie (der Scheide) einer Primitiv-Nervenfaser. — Der Axencylinder zeigt an vielen Stellen ein längs-streifiges Ansehen, — doch ist dasselbe nicht an allen Stellen seines Verlaufes klar genug zu unterscheiden. Nicht minder sieht man an demselben an vielen Strecken seines Verlaufs hellere und dunklere Stellen, die Mitte oft dunkler, die Peripherie heller; an isolirten Axencylindern erblickt man bald eine Masse von abgerissenen Röhrchen oder Fasern jener feinsten Gattung, in kürzeren oder län-

geren Fragmenten; bald eine grössere oder kleinere Menge von helleren oder dunkleren Punkten von $^1/_{1500}$ bis $^1/_{3000}$''' Durchmesser an den verschiedenen Stellen der Oberfläche, was dem Axencylinder ein granulöses Ansehen giebt, jedoch ist der Axencylinder in Continuität oder auf Längsabschnitten weniger gut zur Erforschung seines feinsten Baues geeignet, als auf anderem Wege, wovon weiter unten Genaueres. Vergl. Tab. 1. Fig. 1—9.

3) Das Nervenmark

oder der zwischen Axencylinder und äusserer Hülle befindliche Theil einer jeden Primitiv-Nervenfaser enthält ein dichtes Netzwerk von feinsten Fasern oder Röhrchen, von der nämlichen Beschaffenheit, wie die bereits beschriebenen Bestandtheile der Hülle und die Ausläufer des Axencylinders. Die einzelnen Fasern oder Röhrchen dieses Netzwerks verlaufen schräg, quer oder in kürzeren oder längeren Strecken der Länge der Faser nach, kreuzen sich häufig in den mannigfaltigsten Winkeln, und stehen sowohl mit dem Axencylinder wie mit der Hülle an zahllosen Punkten in unmittelbarer Verbindung; mit anderen Worten: die aus dem Axencylinder austretenden und zur Hülle einer jeden Primitiv-Nervenfaser hinlaufenden feinsten Fasern oder Röhren — et vice versa — sieht man auf solche Weise in dem Zwischenraum zwischen Hülle und Axencylinder als ein mehr oder weniger dichtes Netzwerk von feinsten mit einander auf die mannigfaltigste Weise communicirenden Fasern oder Röhrchen, und dieses Netzwerk nimmt somit die Stelle des sogenannten Nervenmarks, resp. des bisher als öliger Inhalt der Nerven-Primitivfaser angesehenen Theils derselben ein.

B. Auf Querabschnitten.

Vergl. hierzu Tab. 1. Fig. 4. 5. 9.

Auf den ersten Blick bei schwachen Vergrösserungen sieht man die, einer Gruppe von Perlen gleich, dicht aneinander liegenden Segmente der einzelnen Primitivfasern; jedes Segment nicht unähnlich einer Zelle, an welcher Hülle und Kern hervorspringt. An jedem einzelnen Querabschnitt jeglicher Primitivfaser erkennt man auf das deutlichste die Peripherie oder Hülle, den Axencylinder und die Zwischensubstanz zwischen beiden.

1) Die Hülle

erscheint als ein unregelmässiger Kreis oder unregelmässiges Oval, aus einer zwei-, drei- oder mehrfachen Lage von nahezu concentrisch laufenden feinsten Fasern oder Röhrchen zusammengesetzt, deren Durchmesser $^1/_{1500}$ bis $^1/_{3000}$''' und weniger, bis in's Unmessbare, beträgt, deren Farbe in den betreffenden Präparaten abwechselnd himmelblau und roth erscheint, und deren übrige Beschaffenheit ganz mit derjenigen übereinstimmt, welche oben bei den auf Längsabschnitten sichtbaren feinsten Fasern beschrieben worden ist, d. h. alle diese feinsten Fasern zeigen beiderseits eine scharfe dunkle Contour und einen helleren schmalen Raum zwischen dieser, und verbreitern oder verschmälern sich an verschiedenen Stellen, sind nicht überall von gleicher Dicke und Breite. Zwischen den Fasern in Continuität sind hie und da Querdurchschnittspunkte von solchen Fasern, welche der Länge nach oder schräg verlaufen, in Form rundlicher Punkte oder Körnchen sichtbar. Die erstgenannten Fasern verlaufen im Allgemeinen in Kreisform, jedoch bildet niemals eine einzelne Faser einen vollständigen Kreis, welcher um die ganze Peripherie einer Primitivfaser ununterbrochen herumläuft; vielmehr verläuft jede dieser feinen Fasern mehr oder weniger geschlängelt oder wellenförmig und bildet immer nur einen geringeren oder grösseren Abschnitt der Peripherie der Hülle. Auf solche Weise sieht man immer nur mehrere Faser-Fragmente die äusseren wie die inneren Lagen der Hülle zusammensetzen, zum Beweise, dass diese Fasern nicht in einer und derselben Horizontal-Ebene verlaufen, sondern schräg

liegen, theils horizontal, theils in mehr verticaler Richtung. Die verschiedenen Querfasern der Hülle verlaufen niemals längere Strecken einander parallel oder concentrisch; vielmehr beugt eins der auf diesen Abschnitten sichtbaren Enden der Faser-Fragmente mehr oder weniger nach innen, gegen die Mitte oder das Centrum der Nerven-Primitivfaser um, und endigt hier wiederum abgeschnitten oder verläuft in Continuität bis zu dem Axencylinder hin, mit welchem die Verbindung auf das Evidenteste sichtbar ist. — Die Fasern der Hülle bilden daher keinen für sich abgegränzten Theil der Primitiv-Nervenfaser; mit andern Worten: die Hülle der Primitiv-Nervenfaser bildet nicht einen abgegränzten Theil, eine abgesonderte, mit dem Innern nicht in Verbindung stehende Parthie der Primitiv-Nervenfaser, sondern aus der äusseren oder den inneren Schichten der Hülle gehen einzelne oder mehrere der feinsten Fasern gegen das Centrum einer jeden Primitivfaser hin, meist einer unterbrochenen Spirale ähnlich, in sich immer verengernden Kreisabschnitten von aussen nach innen verlaufend; doch auch in den mannigfaltigsten Formen sich umbeugend, hakenförmig, zickzackförmig, wellenförmig, oft eine förmliche Diagonale bildend, nicht selten, ähnlich verschiedenen Halbmessern eines Kreises, von verschiedenen Punkten der Peripherie zum Centrum hinstrahlend. — Von der Hülle einer Primitiv-Nervenfaser gehen feinste Fasern oder Röhrchen in die Hülle der benachbarten über, und zwar in mehrfacher Weise, indem einzelne dieser feinsten Fasern sich dichotomisch oder trichotomisch verästeln und die Verästelungen zu den benachbarten Primitivfaserhüllen abgehen, oder: die feinste Faser der einen Primitiv-Nervenfaser geht unmittelbar von der einen zur benachbarten über, oder die äussersten Fasern zweier benachbarten Primitiv-Nervenfasern sind an einer Stelle spiralig um einander geschlungen, oder endlich die Fasern der Hülle einer Primitivfaser gehen, indem sie, von entgegengesetzter Seite kommen, sich kreuzend, zu der Hülle der benachbarten Faser, indem sie jenseits der Kreuzung in Halbkreisform divergiren, und die benachbarte Primitivfaser theilweise umschlingen.

2) Der Axencylinder

erscheint mehrentheils im Centrum der Primitiv-Nervenfaser, jedoch nicht immer absolut in dem Centrum; häufig liegt er excentrisch. — Derselbe ist meistens rundlich, jedoch zeigt er auch die verschiedensten von der Kreis- oder Ovalform abweichenden Gestalten; er ist bald dreieckig, vieleckig, gezackt u. s. w. Jene bilden nie eine absolute Kreisform resp. den Querschnitt eines Cylinders. — Sehr häufig erscheinen mehrere Querdurchschnittsflächen anscheinend von Axencylindern in dem Querschnitt einer und derselben Primitiv-Nervenfaser; einer derselben ist dann meist von grösserem Durchmesser als der andere oder die anderen; jener grössere ist der Hauptstamm des Axencylinders, diese letzteren nur Verästelungen jenes. Diese Querdurchschnittsflächen der Verästelungen finden sich an den verschiedensten Stellen der Querdurchschnittsfläche der Primitiv-Nervenfaser mehr oder weniger excentrisch. — Der Axencylinder sendet nach den verschiedensten Richtungen hin Fortsätze zur Peripherie der Primitiv-Nervenfaser. Diese Fortsätze bestehen aus Röhrchen oder Fasern der feinsten Gattung, von der nämlichen Beschaffenheit, wie die der Hülle oder Peripherie der Nervenfaser. — Diese Fortsätze verlaufen mehr oder weniger als Kreisabschnitte oder geschlängelt, oder in unregelmässiger Weise von dem Axencylinder gegen die Peripherie der Primitiv-Nervenfaser hin, in mehr oder weniger horizontaler Richtung, und verbinden sich theils mit den innersten, theils mittleren, theils äussersten feinsten Fasern oder Röhrchen der Hülle oder Scheide der Primitiv-Nervenfaser. — Der Axencylinder erscheint, — bei den höchsten Vergrösserungen und an Querabschnitten, welche nicht gerade durch die bedeutenderen Verästelungsstellen des Axencylinders fallen, wenn also die Querdurchschnittsfläche des Axencylinders eine rundliche ist, — aus drei verschiedenen Theilen zusammengesetzt, nicht unähnlich dreien concentrischen dunklen Kreislinien oder Ringen, welche drei verschieden gefärbte Schichten einschliessen:

a. einer äusseren, blauen, dunkleren Schicht, deutlich nach aussen wie von innen durch eine scharfe, jedoch nicht absolut kreisrunde und auch nicht durchaus continuirliche dunkle Contour abgegrenzt;

b. einer mittleren, heller blauen Schicht, gleichfalls scharf an den meisten Stellen von der äussersten wie von der innersten Schicht durch eine dunkle Contour geschieden;

c. der innersten dunkleren Schicht, nicht selten von röthlicher Farbe, ebenfalls scharf von der mittleren an den meisten Stellen durch die dunkle Contour geschieden. Die mittlere und innerste Contour oder kreisähnliche Linie ist natürlich der mittleren und innersten Schicht gemeinschaftlich. — Die Fortsätze oder Verästelungen des Axencylinders, welche in centrifugaler Richtung, wie oben beschrieben, von den verschiedensten Punkten desselben mehr oder weniger geschlängelt ausstrahlen, gegen die verschiedensten Punkte der Hülle der Nerven-Primitivfaser hinlaufen und sich mit den feinsten Fasern oder Röhrchen derselben in unmittelbare Verbindung setzen, erscheinen, am Querschnitt des Axencylinders selbst, bald nur von der äusseren, bald von der mittleren und bald von der innersten Schicht desselben ausgehend; an der einen Stelle sieht man sie nämlich nur bis zur äusseren, an der anderen durch letztere hindurchstrahlend bis in die mittlere Schicht, an anderen Stellen wieder sich bis zur innersten Schicht hin erstrecken, indem sie gleichsam die mittlere und äussere Schicht durchbohren. Diese Ausläufer der drei verschiedenen Schichten des Axencylinders sieht man zwar nicht gleichzeitig auf jedem Querabschnitt, sondern erst nach der Untersuchung vieler solcher Querabschnitte; an dem einen erscheint der Ausläufer von der äusseren Schicht ausgehend, an anderen treten die Ausläufer von der mittleren Schicht aus; endlich an anderen aus der innersten Schicht. Spuren dieser Ausläufer findet man aber auf jedem Querabschnitt und in jeder der drei genannten Schichten, von denen keine — wie oben erwähnt — von einer ununterbrochenen oder absoluten Kreislinie begränzt erscheint. In einer grossen Zahl von Fällen, und auf den ersten Blick, findet man, dass die Querdurchschnittsfläche des Axencylinders, abgesehen von ihrer überaus verschiedenen Form, nur eine einzige opalisirende, bläuliche Masse bildet, nicht drei eben beschriebene Schichten. Die mehr oder weniger von der horizontalen Richtung abweichende Ebene der Querdurchschnittsfläche mag hier wohl die genannte Erscheinung bedingen. Die *Müller*'schen Fasern im Petromyzon-Rückenmarke dienen recht gut zu den Voruntersuchungen.

3) Das Nervenmark

oder der zwischen Axencylinder und Hülle befindliche Theil einer jeden Primitivfaser erscheint als ein mehr oder weniger dichtes Netzwerk von Fasern, zusammengesetzt

1) aus mehr oder weniger concentrisch in Form von Kreisabschnitten verlaufenden Fragmenten feinster Fasern oder Röhrchen, welche nach innen mit dem Axencylinder, nach aussen mit der Hülle oder Scheide der Primitiv-Nervenfaser zusammenhängen;

2) aus anderen Fasern gleicher Art wie die eben beschriebenen, die jedoch in schräger, mehr longitudinaler Richtung verlaufen, von denen man nur die Querdurchschnittsflächen in Form kleiner, rundlicher, hellblauer Punkte erblickt, deren Durchmesser demjenigen der in Continuität sichtbaren Fasern gleich ist. Diese Fasern bilden jedoch keine besondere Gattung, sondern sie biegen nach kürzerem oder längerem Verlaufe in die quere Richtung um und setzen sich mit der Hülle oder dem Axencylinder in Verbindung. — Diese Fasern oder Röhrchen sind in Bezug auf ihre Farbe, Form und Dimensionen ganz denjenigen gleich, aus welchen die Peripherie, resp. die Scheide der Primitivfaser besteht. — Eine scharfe, überall ausgeprägte Gränze zwischen Hülle und Nervenmark besteht nirgends eben so wenig als überall zwischen Axencylinder und Nervenmark. Die in dem Raum des sogenannten Nervenmarks verlaufenden Fasern verhalten sich, in Bezug auf die Art ihres Verlaufs, ganz so wie die Fasern der Hülle, deren unmittelbare Fortsetzungen sie sind. Alles, was daher oben von dem Laufe der Fasern der Nervenscheide gesagt worden ist, gilt auch von den in dem Raume des sogenannten Nervenmarks befindlichen oder verlaufenden Fasern.

* * *

Die in den vorausgegangenen Mittheilungen beschriebenen Thatsachen finden sich an Längs- und an Querabschnitten aus peripherischen Nervenstämmen, cerebralen und spinalen Nervenwurzeln, sowie an den Primitivfasern der Centralorgane des Nervensystems in allen Thierklassen, bei Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Fischen etc. Ich glaube, dass alle Primitiv-Nervenfasern, centrale wie peripherische, wesentlich von gleichem Baue sind, dass die Elemente aber sich, wie die einzelnen Fasern selbst, hauptsächlich durch ihre Grösse von einander unterscheiden, und dass bei den feinsten Nervenfasern unsere heutigen Hülfsmittel zu schwach sind, um deren Elemente genauer zu erkennen. Die grossen Fasern im Rückenmark von Petromyzon fluviatilis u. A., welche zuerst von *Joh. Müller* entdeckt wurden, bieten ein bequemes Mittel zum Studium dieser Verhältnisse, besonders des Axencylinders und Nervenmarks. Jedoch sind die letzteren eben so sicher an den Nerven der Säugethiere u. s. w. erkennbar.

* * *

Vergleicht man die an Längs- und an Querabschnitten erkennbaren Thatsachen, so erscheint also eine jede Primitiv-Nervenfaser als ein — aus einem dichten Netzwerk von feinsten Fasern oder Röhrchen zusammengesetzter — Cylinder, an welchem man zwei, jedoch auf das Innigste mit einander zusammenhängende, d. h. durch communicirende Fasern oder Röhrchen mit einander verbundene Theile unterscheiden kann: *a)* einen peripherischen, welcher die Hülle und das Mark bildet, und *b)* einen centralen Theil, welcher den Axencylinder bildet. Zum besseren Verständniss will ich jedoch die drei herkömmlich angenommenen Bestandtheile einzeln betrachten.

1) Die Hülle wird gebildet aus den äussersten Lagen der feinsten Röhrchen oder Fasern, welche hier ein dichteres Netzwerk von sich kreuzenden, mit einander communicirenden, nach den verschiedensten Richtungen hin verlaufenden Fasern oder Röhrchen bilden als in dem Raume des sogenannten Nervenmarks. — Aus diesem dichten Netzwerk feinster Fasern gehen viele einzelne nach aussen wie nach innen ab. Die nach aussen abgehenden setzen sich in Verbindung mit der Hülle der benachbarten Primitiv-Nervenfasern; die nach innen abgehenden treten in Verbindung mit dem Nervenmark und Axencylinder.

2) Das Nervenmark besteht aus einer zahllosen Menge feinster, in den verschiedensten Richtungen doch meist quer verlaufender Fasern oder Röhrchen, welche die Verbindung der Hülle und des Axencylinders vermitteln und unter sich auf das Mannigfaltigste zusammenhängen, communiciren. Das Netzwerk dieser Fasern ist jedoch weniger dicht als dasjenige der Hülle, daher weniger membranartig, weniger fest und etwas durchsichtiger als letzteres. Jedoch bleibt die Aufdeckung der anatomischen Verschiedenheit der feinsten Fasergewebe des Markes und der Hülle künftigen Forschungen überlassen. Die längsten Strecken, in welchen sich die Elementarröhrchen in Continuität verfolgen lassen, beträgt selten mehr als der Querdurchmesser der Primitivfaser, in welcher sie enthalten sind. Vorzugsweise verfolgt man die mehr der Länge nach schräg verlaufenden in den längsten Strecken.

3) Der Axencylinder besteht aus drei in einander eingeschachtelten Röhren, Schläuchen oder Schichten, deren jede (vom Centrum zur Peripherie der Nerven-Primitivfaser) zahllose Verästelungen in horizontaler oder schräger Richtung aussendet, welche sämmtlich den Raum des sogenannten Nervenmarks durchsetzen, resp. letzteres bilden und mit dem Fasernetze der Hülle in Verbindung treten. Ob der innerste Theil (centrale) des Axencylinders hohl oder aus feinsten Fasern zusammengesetzt sei, ist noch ungewiss, doch ist mir letzteres wahrscheinlicher, da ich einmal sah, dass ein Axencylinder bei Petromyzon sich in unzählige unmessbar feine Fasern auseinandergetheilt hatte. — Ich habe mit Absicht keine speciellen Messungen von Axencylindern mitgetheilt, aus verschiedenen Gründen: 1) weil der Axencylinder an verschiedenen Stellen seines Verlaufs verschiedene Dicke zeigt, 2) weil die gegebenen Abbildungen eine bessere sinnliche Anschauung von der Dicke des Axencylinders in den betreffenden Fasern geben, als Maassbestimmungen. Ich will nur im Allgemeinen die Bemerkung anfügen, dass der

Querdurchmesser des Axencylinders in den breiteren doppelt contourirten Nervenfasern höchstens $^1/_4$ und mindestens $^1/_6$ der Dicke der ihn einschliessenden ganzen Nervenfaser beträgt. Im Ganzen das nämliche Verhältniss findet sich bei den feineren Nervenfasern.

Der flüssige ölige Inhalt der Nerven-Primitivfaser, welchen man bisher zwischen der Hülle und dem Axencylinder wie in einem hohlen Raum oder Gefässe eingeschlossen betrachtete, die äussere Fläche des Axencylinders sowie die innere Fläche der Hülle gleichsam umspülend, — ist aller Wahrscheinlichkeit nach in den feinsten Röhrchen sowohl des Nervenmarks wie des Axencylinders wie der Hülle enthalten. Die Wahrscheinlichkeits-Gründe dafür sind die folgenden:

1) Aus dem frisch durchschnittenen Ende eines Nervenstamms resp. einer Nerven-Primitivfaser fliesst ohne äusserlich angewandten Druck gar keine, und in Folge äusseren Druckes verhältnissmässig eine nur sehr geringe Menge öliger Flüssigkeit aus; wäre letztere frei zwischen Axencylinder und Hülle, so liesse sich annehmen, dass die Nerven-Primitivfaser aus der offenen Mündung auf längere Strecken hin ihres Inhalts sich mehr oder weniger entledigte, und also bedeutendere Massen von Nervenflüssigkeit ausgeleert würden.

Es liesse sich hiergegen zwar einwerfen, dass die Ausleerung in grösserer Menge durch die Capillarattraction der Nervenfaserhülle verhütet werde. Dieser Einwand fällt aber hinweg, wenn man erwägt, dass

2) durch die Wirkung eines auf die Nerven-Primitivfaser angebrachten Drucks nicht blos der ölige Inhalt, sondern der Axencylinder nebst dem ihn umgebenden Fasernetze hervorgepresst wird, indem deren Verbindungen mit der Hülle zerreissen. Bringt man nämlich eine frische, dünne Nervenwurzel oder ein Primitivbündel eines Nervenstamms auf eine Glasplatte, schneidet mit scharfem Messer oder der Scheere ein Stückchen von 2—5 Mm. Länge quer ab, legt auf dieses Nervenbündelstück ein Deckgläschen, bringt das Ganze mit etwas Wasser befeuchtet unter ein Mikroskop, wendet nun einen allmähligen Druck an, um — nach *Remak's* Vorgang — den Axencylinder und das Nervenmark hervortreten zu sehen, bringt hierauf etwas Jodkalilösung mit Jod an das Nervenende, um die durchsichtigen Theile durch das Jod zu färben und deren Studium bei den höchsten Vergrösserungen zu erleichtern, so erkennt man an vielen Primitivfasern auf das Evidenteste das mit dem hervorgetretenen Axencylinder zusammenhängende Fasernetz, welches man vorher zum grossen Theile nur für ölige Flüssigkeit oder für flüssiges Nervenmark hielt. In dem Fasernetz des Nervenmarks erkennt man eben so bald mehr oder weniger einzelne feine Fasern oder Röhrchen, welche diese ganze Masse constituiren. Wäre das Nervenmark in der That nichts Anderes als eine ölige Flüssigkeit, welche den Axencylinder frei umspült, so würde, bei angebrachtem Druck, die Flüssigkeit, nicht aber der festere, elastische, bandartige oder cylinderartige in der Axe der Nerven-Primitivfaser befindliche Theil derselben (der Axencylinder) hervorgepresst werden. Dieser letztere tritt aber gewöhnlich sogar in einer noch längeren Strecke aus der Primitiv-Nervenfaser heraus, als das sogenannte Mark, jener ragt meist oder oft weiter hervor als das ölige Fluidum, wie das aus *Remak's* Untersuchungen [5]) längst bekannt ist. Dieser Umstand würde ganz unerklärlich sein, wenn das Nervenmark nichts Anderes als eine Flüssigkeit wäre. Er erklärt sich aber ganz einfach, wenn man annimmt, dass die Nerven-Primitivfaser ein aus einem feinen Fasernetz bestehender Cylinder ist, welcher — bei darauf angebrachtem Druck — sein ganzes Parenchym aus dem durchschnittenen Ende hervortreten lässt. Da der äussere Druck nothwendig am stärksten gegen die Axe der Nervenfaser hin wirkt, sich gleichsam auf diese in den meisten Fällen concentrirt, so muss auch der Axencylinder am stärksten von der mechanischen Einwirkung betroffen, und also auch am weitesten aus der Nervenfaser durch den Druck hervorgetrieben werden.

---

[5]) *Remak*, observat. anatomic. Berol. 1838. Tab. I. Fig. 1.

Hiernach scheint die Annahme eines nur durch Flüssigkeit gefüllten Raums zwischen Axencylinder und Hülle der Primitivfaser selbst an ganz frischen Nerven widerlegt. Man könnte zwar einwenden, dass man, sowohl auf Längs- wie auf Querabschnitten der in Chromsäure gehärteten Primitiv-Nervenfasern, zwischen den einzelnen feinsten Elementar-Röhrchen oder Fasern durchsichtige, d. h. freie Räume findet, und dass es doch unwahrscheinlich sei, diese Räume als leere anzusehen; dass vielmehr wahrscheinlich in diesen Räumen ein flüssiger Nerveninhalt wenigstens theilweise enthalten sei. Ich will nicht läugnen, dass auch diese Annahme allerdings nicht ohne einige Wahrscheinlichkeit ist; die Entscheidung bleibt künftigen Forschungen überlassen.

* * *

Das Vorausgegangene führt zu der Frage, ob die feinsten Fasernetze, aus welchen die Hülle und das Mark der Primitivfaser besteht, von soliden Fasern oder Röhrchen gebildet werden. Die Entscheidung dieser Frage ist zwar jetzt mit absoluter Sicherheit noch nicht möglich, weil selbst unsere besten Mikroskope nicht genügende Hülfsmittel darbieten, und selbst ihre stärksten brauchbaren Vergrösserungen verhältnissmässig zu geringe sind, um die hier in Frage liegenden so überaus feinen Organisationsverhältnisse zu erkennen. Indessen mit Wahrscheinlichkeit lässt sich annehmen, dass alle jene faserähnlichen feinsten Gewebstheile hohl, also Röhren sind, welche das ölige Nervenfluidum in sich enthalten, und zwar aus folgenden Gründen:

1) die einzelnen feinsten Fasern zeigen an jeder Seite eine dunkle Begrenzungslinie, zwischen beiden aber einen bedeutend helleren Raum. Letzterer würde doch, wenn die Faser solide wäre, nicht eine von den Begränzungslinien so auffallend verschiedene Farbe zeigen;

2) dieselben zeigen nicht selten Verschmälerungen und ampullenartige Erweiterungen; da an Chromsäurepräparaten der Einwurf einer mechanischen Abplattung u. dgl. wegfällt, so dürfte die breitere Stelle in Folge einer stärkeren Füllung durch den öligen Inhalt und umgekehrt zu erklären, und aus diesem Umstande auch der Schluss auf ihre hohle Beschaffenheit gestattet sein.

Diese Gründe sind freilich nicht entscheidend; und auch zur Lösung dieser Frage müssen erst künftige Forschungen das nöthige Material liefern. Einstweilen habe ich nur auf die Fragepunkte genauer hindeuten und die im Folgenden von mir gebrauchte Bezeichnung jener feinsten Elemente als Elementar-Röhrchen der Nerven-Primitivfasern einigermaassen rechtfertigen wollen.

* * *

Ich wende mich jetzt zu einem kurzen Vergleich der von mir erlangten Resultate mit den bisher aufgestellten Ansichten vom Bau der Nerven-Primitivfaser, um die Differenzen beider zu erörtern und wo möglich zu erklären und zu vereinigen.

1) Die Hülle betreffend. Dieselbe werde ich hier nur unter zwei Hauptgesichtspunkten betrachten, nemlich in Bezug auf ihre Elementarbestandtheile und ihr Vorkommen im Allgemeinen.

a. Die histologische Beschaffenheit der Nervenfaserhülle. Die äussere Scheide oder nach ihrem Entdecker sogenannte *Schwann*'sche Hülle wird bisher als eine structurlose, wasserhelle Membran betrachtet [6]), und ihre Begrenzung nach aussen wie nach innen wird durch eine einfache, feine, ununter-

---

[6]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. 1855. p. 281. Ich führe absichtlich nur diesen einen Autor statt aller übrigen an, weil es nicht in meiner Absicht liegt, in dieser Schrift eine vollständige historische Uebersicht der verschiedenen Ansichten aller Forscher über die betreffenden Gegenstände mitzutheilen. Ueberdiess sind die von *Kölliker* vertretenen Ansichten wohl als die jetzt allgemein gültigen anzusehen. Ich werde aus den Arbeiten meiner Vorgänger nur diejenigen besonders hervorheben, welche mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen entweder am meisten in Einklang, oder am meisten in Widerspruch stehen. Ueber die Histologie der Hülle der Nerven-Primitivfaser sagt *Kölliker* 1850—1854 Folgendes: „Die Hülle oder Scheide der Nervenröhren (Begränzungshaut, *Valentin*) ist eine äusserst zarte, nachgiebige, aber elastische, vollkommen structurlose und wasserhelle Haut, die an ganz unveränderten Nervenfasern, mit Ausnahme weniger Stellen, an Augenmuskelnerven, Rückenmarksnerven z. B., durchaus nicht sichtbar ist, dagegen bei Anwendung von passenden

brochene Linie dargestellt. Diese Ansicht erscheint ganz gerechtfertigt, wenn man aus den Nerven eines frisch getödteten Thiers, die man, mit Wasser befeuchtet, unter dem Mikroskop untersucht, oder aus den übrigen bisher geübten Methoden der Untersuchung [7]) seine Schlüsse zieht. An frischen Nerven, ohne Beihülfe färbender Substanzen, ohne Anwendung der stärksten und besten Vergrösserungen, ist allerdings auch anscheinend weiter nichts zu erkennen. Daraus aber hat man mit Unrecht gefolgert, dass in diesem Theile auch keine differenten Elemente existirten. Der Umstand aber, dass an frischen Nervenfasern die Elemente wegen ihrer Durchsichtigkeit nicht zu erkennen sind, beweist eben so wenig gegen deren Existenz, als es gegen die des Axencylinders beweist, dass dieser, ohne Reagentien, in frischen Nerven nicht zu erkennen ist. Auch *Kölliker* hat dieses (Gewebelehre 1855, p. 287) in neuester Zeit ausdrücklich ausgesprochen. Bei sorgfältiger Untersuchung mit den stärksten brauchbaren Vergrösserungen erhellt aber, dass die Hülle einer jeden Primitiv-Nervenfaser nicht in der ganzen Länge ihres Verlaufs eine ununterbrochene Linie bildet, sondern an ihrer äusseren Fläche ein überaus feines Netzwerk oder Filzwerk von Fasern oder Röhrchen zeigt, besonders nach Färbung der Hülle mit Jod- und Jodkalilösung; ebenso zeigt sie nach innen keineswegs eine scharfe linienförmige Grenze, sondern nach innen (gegen den Axencylinder) wie nach aussen (zu den benachbarten Hüllen oder Primitiv-Nervenfasern) sendet sie Verzweigungen aus; also ist sie keineswegs überall durch linienförmige

---

Reagentien, wenigstens an den dickeren Fasern der Nerven und der Centralorgane, ziemlich leicht zur Anschauung kommt. An den feinsten Fasern des peripherischen wie des centralen Nervensystems ist ihre Darstellung noch nicht gelungen, und muss es daher vorläufig dahin gestellt bleiben, ob dieselben Scheiden besitzen oder nicht." *Kölliker*, Gewebelehre, 1. Aufl., 1852, p. 263. 264; 2. Aufl., 1854, p. 281. In der Mikroskop. Anat. 1850, p. 391, fügte *Kölliker* noch hinzu: „In Betreff der allerfeinsten Fasern (Retina, graue Substanz) liegt nicht einmal die Möglichkeit vor, dass der Nachweis derselben (Hülle) je gelingen werde, doch darf man auch hier namentlich aus Gründen der Analogie mit ziemlicher Sicherheit eine Hülle annehmen." Von Fasern in der Scheide — die *Valentin*, *Rosenthal*, *Henle* annehmen — sah *Kölliker* nichts. Er glaubt, „dass Einknickungen und Runzeln derselben oder innerlich ansitzende Theile geronnenen Nervenmarks, die, bei Essigsäurezusatz namentlich, oft stabförmig und wie zu Netzwerken vereint vorkommen, für solche gehalten worden sind." Mikr. Anat. 1850, p. 396. Als Reagentien empfiehlt *Kölliker* Kochen in Alkohol absolutus, Kochen in Essigsäure; Kochen in Alkohol und dann kalte Behandlung mit Natron causticum; am schönsten erscheine die Hülle durch Behandlung mit rauchender Salpetersäure und nachherigen Zusatz von Kal. caustic. Durch letztere Procedur wird der Axencylinder gelöst und alles Fett ausgetrieben, so dass die leere Scheide zurückbleibt. Behandlung mit Sublimat nach *Czermak* (Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. 1850). *Kölliker*, Gewebelehre, p. 284, 2. Aufl. *Kölliker* glaubt aber dennoch, dass es hüllenlose (markhaltige und marklose) Primitivfasern giebt (p. 284 u. mikrosk. Anat. II. 1. 396): „Bei Froschlarven entwickeln sich mehrere dunkelrandige Fasern in einer und derselben durch Verschmelzung von Zellmembranen gebildeten structurlosen Scheide (Annal. des sc. nat. 1846); Aehnliches findet, nach *R. Wagner's* Abbildungen (Ueber den feineren Bau des electrischen Organs im Zitterrochen. Göttingen 1847, Fig. III. b.), im electrischen Organe von *Torpedo* statt, und nach *Stannius* besitzen (Gött. Nachr. 1850) die Nervenfasern der Centralorgane bei Petromyzon weder Hülle noch Mark." Betrachten wir diese Darstellung *Kölliker's*, so ist der Ausspruch, dass die Hülle eine „vollkommen structurlose" Haut sei, nur das Geständniss, dass ihre Structur bis jetzt von uns noch nicht erkannt werden konnte. Denn, dass ihr Bau einem bestimmten Gesetze folgend stets ein gleicher ist, nicht etwas Zufälliges — das versteht sich von selbst. *Kölliker* untersuchte aber nur mit solchen Vergrösserungen (3—400), bei denen die Elementartheile der Nervenfaserhülle nicht erkannt, oder nur sehr undeutlich gesehen werden können; daher *Kölliker* auch dasjenige, was andere Forscher für Elemente der Hülle hielten, als eine optische Täuschung betrachtet; indessen sind Gebilde, welche *Kölliker* Einknickungen und Runzeln nennt, als solche nicht genügend von *Kölliker* documentirt und stehen daher mehr nur als ihm wahrscheinliche, daher willkürliche Annahmen da; sie können deshalb auch nicht als gültige Beweise gegen die Existenz von erkennbaren feinen, faserartigen Elementen in der Nervenscheide zugelassen werden; auch das was *Kölliker* als innerlich ansitzende Theile geronnenen Nervenmarks betrachtet, beweist nichts gegen die Existenz feiner Elemente der Hülle selbst, da die Existenz dieser „geronnenen Theile" selbst unbewiesen dasteht, und eine ganz andere Bedeutung hat, wie ich unten nachweisen werde. Dass die von *Kölliker* u. A. empfohlenen Reagentien zwar die Existenz der Hülle, nicht aber ihre Elementarstructur genauer erkennen lassen, beweist nichts gegen die letztere. Die Anwendung solcher Reagentien ist aber ein zu destruirendes Verfahren, um nur entfernt daraus einen Schluss in Bezug auf so feine Structurverhältnisse zu bauen, wie sie hier in Betracht kommen. Dass es hüllenlose Fasern gebe, ist aus später anzuführenden Gründen unannehmbar; denn in Beziehung auf dasjenige, was *Kölliker* über die Entwicklung mehrerer Fasern in einer Hülle bei Froschlarven sagt, so ist es viel wahrscheinlicher, dass besondere Hüllen jeder einzelnen Faser in der anscheinend gemeinschaftlichen Hülle vorhanden waren, aber wegen ihrer Zartheit nicht beobachtet wurden. Die Beobachtungen von *Wagner* und *Stannius* sind aber nach meinen Erfahrungen (s. u.) nicht zu bestätigen. *Kölliker*, p. 284, bemerkt aber auch selbst, „dass die Unmöglichkeit der Nachweisung von Hüllen die Nichtexistenz derselben noch keineswegs mit Bestimmtheit darthut."

[7]) S. z. B. *Kölliker*, mikr. Anat. II. 1850. p. 395.

Begrenzung in ihrem ganzen Verlaufe isolirt, sondern sie geht vielfache Verbindungen mit andern Primitivfasern ein. — Die bisherigen Untersuchungsmethoden scheinen mir nicht so geeignet, als die oben von mir angewandte, um die genannten Verhältnisse gehörig erkennen zu lassen. Am wenigsten aber sind die frischen Nerven, ihrer Durchsichtigkeit wegen, zu solchen Untersuchungen geeignet. Mit grosser Evidenz überzeugt man sich von der beschriebenen Beschaffenheit der Hülle an Längsabschnitten aus dem Rückenmarke von Petromyzon in solchen Schichten, welche die colossalen *Müller*'schen Fasern enthalten.

Der erste Beobachter aber, welcher entdeckte, dass die äussere Hülle der Primitiv-Nervenfaser aus feinen Röhrchen oder Fasern zusammengesetzt ist, war *Fontana;* er bildet auch solches ab [8]). In seiner Schrift p. 370 sagt *Fontana:* „Die Fig. IX. (Taf. IV.) stellt einen ursprünglichen Nervencylinder vor, der mit seiner äusseren Scheide bedeckt ist. Man sieht, dass sie aus geschlängelten Fäden zusammengewebt ist, von denen einige vermittelst der Nadelspitze ein wenig auseinandergetrennt sind. Diese geschlängelten Fäden haben eine merkliche Dicke, wenn man sie mit den stärksten Linsen ansieht, ob sie gleich viel feiner sind, als die ursprünglichen Nervencylinder." — *Fontana* bediente sich einer 5—800-fachen linearen Vergrösserung und untersuchte die Structur der Nervenhülle an frischen Nerven eines Kaninchens, die er mit feinen, scharfen Nadeln auf das Feinste zertheilte und bis in ihre kleinsten Elemente möglichst isolirte, nachher solche, mit etwas Wasser befeuchtet, unter dem Mikroskop, anfangs mit schwachen, dann aber mit den stärksten Vergrösserungen untersuchte. Die Abbildungen *Fontana's* sind zwar nur als rohe Skizzen anzusehen, indessen sie geben das Charakteristische in der Form der Elementarröhrchen. Und was *Fontana* hier als gewundene oder geschlängelte Fäden der Nervenscheide darstellt, muss allerdings als solches angesehen werden, obwohl es mir scheint, dass *Fontana* die blasse, von *Schwann* zuerst genauer erkannte und beschriebene Nervenscheide doch nicht genügend gekannt habe; er spricht nicht davon, dass er je die Scheide isolirt (d. h. abgerissen oder ganz von ihrem Inhalte befreit) gesehen hat; und *Fontana* hätte sicher von der überaus blassen, meist schwer erkennbaren Scheide, und von ihren feinsten Elementarröhrchen gesprochen, wenn er sie einmal deutlich gesehen hätte. Diese und andere Beobachtungen *Fontana's* sind unbeachtet geblieben, und erst in der neueren Zeit hat die ihnen zu Grunde liegende Wahrheit wieder Geltung erlangt, s. unten.

Auch *G. R. Treviranus* [9]) sah bereits feine und gewundene Cylinder an der Oberfläche der Primitiv-Nervenfasern. Diese Cylinder liefen anscheinend in paralleler Richtung der Länge nach um die Nervenröhren herum, ohne durch Anastomose verbunden zu sein und ohne ein Netzwerk zu bilden; sie waren oft gar nicht vorhanden und wurden niemals an den Nervenfasern von Mollusken und Insecten gefunden; er vermuthete (p. 130), dass die besprochenen gewundenen Cylinder Falten der Scheide seien. Diese Mittheilung ist allerdings nur sehr fragmentarisch, und nicht eben geeignet, mit Bestimmtheit anzugeben, ob *Treviranus* die Elementarröhrchen der Nervenhülle gesehen hat oder nicht. Aber in seinen „Beiträgen zur Aufklärung der Gesetze des organischen Lebens" Bremen 1836. 2. Hft. giebt *Treviranus* an, dass er in manchen Nervenröhren der Länge nach Streifen herablaufen sah, welche nicht (p. 39. 40) Falten sein könnten.

Von den neueren Beobachtern war es auch *Valentin*, welcher die Elementarröhrchen der Primitivfaserhülle sah; er beschreibt solche und bildet sie ab [10]) als Zellgewebefasern der Nervenscheide. Die Abbildung ist zwar nur eine fragmentarische, und bei der von *Valentin* angewandten Untersuchungsmethode war eine bessere Erkenntniss des Sachverhalts auch nicht wohl genauer möglich. Ich glaube aber nicht mit Unrecht die obige Annahme *Valentin's* in der geschehenen Weise zu erklären, um so

---

[8]) *Felix Fontana*, Abhandlung über das Viperngift etc. 1. u. 2. Band. Berlin 1787, 4°. Bei *Chr. Fr. Humburg.*

[9]) *G. R.* und *L. Ch. Treviranus* vermischte Schriften, Bd. 1. Göttingen 1816. 4. p. 129.

[10]) *Valentin*, in Nova Acta Acad. Caesar. Leop. Carolin. N. C. 1836. Tab. IV. Fig. 17.

mehr, als *Valentin* später [11]) sagt, dass diese Fasern den Anschein geben, „als liefen zwei einander kreuzende Faserformationen schraubenförmig um das Rohr herum." Er sah zwar nicht Querfasern, mehrmals einfache Längsfasern. *Valentin* nennt diese Fasern cylindrisch, gleichmässig, sagt aber nichts über deren Durchmesser [12]). — Ausser *Valentin* sahen auch andere Forscher die fibrillären Elemente der Scheide. So beschreibt z. B. *Remak* die feinsten Elemente der Nervenfaserhülle [13]) an den Cerebrospinalnerven als „Fasern, die sich maschen- oder netzförmig verbinden, ohne doch Anastomosen zu bilden, viel feiner als die Zellgewebsfasern des Neurilems, vielleicht die feinsten bekannten Elementarfasern des Körpers sind ... in ihrem Verlaufe theils zu feinen Knötchen anschwellen, theils an ihrem Rande mit verschieden geformten, meist runden, gestielten Körperchen besetzt sind, welche sich leicht abstreifen, und ... die kleinen Körperchen zu sein scheinen, die beim beginnenden leisen Drucke auf das Nervensträngchen hervorfliessen. Diese Hülle scheint sich mit der der benachbarten Fasern zu verbinden .... Ich habe sie (sagt *Remak*) als zellgewebig ansprechen müssen — weil ich keinen Grund habe, sie als direct zum Nervensystem gehörig zu betrachten." Diese Mittheilungen *Remak's* kann ich nicht anders deuten, als dass er theilweise die Elementarröhrchen der *Schwann*'schen Hülle beschreibt; da er ausdrücklich bemerkt, dass diese seine Hülle von der neurilematischen Hülle des Nervenstrangs ganz verschieden ist.

Am schärfsten — in morphologischer Hinsicht — erkannte zwar *Schwann* 1839 die Hülle der Primitiv-Nervenfasern, nicht aber die Elemente der Hülle [14]), und bildete jene zuerst deutlich ab, so weit solche bei schwachen Vergrösserungen erkennbar ist. *Schwann* hielt aber diese Hülle für structurlos. Indessen das „fein granulirte Ansehen" der Nervenfaserhülle erkannte doch *Schwann* [15]). Anzuführen sind noch *Purkinje* und *Rosenthal* [16]), welcher meist Längs- und seltner Querstreifen in der Hülle annimmt; ferner *Henle* [17]), welcher „äusserst feine, schief und einander kreuzend über die Oberfläche verlaufende Fasern" an der Scheide bemerkte, jedoch nicht, wie *Rosenthal* annahm, wirklich zusammenhängende, die Nervenröhre umgebende Kernfasern beobachten konnte. Auch *Bruns* [18]) fand bei Anwendung von „Linsen von sehr kurzer Focaldistanz, so dass die Oberfläche der Scheide gerade in den Focus fällt, an ihr zuweilen eine feine Längenstreifung", spricht sich aber ausdrücklich gegen *Valentin's* Ansicht von deren Zusammensetzung aus Zellstoff-Fäden aus. — Dass die Hülle der Nerven-Primitivfasern aus Fasern bestehe, nimmt auch *R. Wagner* an [19]) und bildet solche in Fig. 3, a, a, ab, aus einer Nervenfaser des electrischen Organs von *Raja Torpedo* [20]). *Wagner* zeichnet hier zwar feine parallele Fibrillen, ähnlich wie *Valentin*; indessen muss ich hier das nemliche wie von *Valentin's* Zeichnungen anmerken. Diese genannten sorgfältigen Beobachter sahen doch wenigstens Fragmente eines Gewebes, das Andern entgangen war, trotz einer nicht genug zur Erforschung dieser Verhältnisse geeigneten Untersuchungsmethode. Auch die schönen Icones physiologicae von *R. Wagner* und *Ecker*, 1852, zeigen Mehreres, was mit meinen Beobachtungen übereinstimmt; so in Taf. 13 Fig. 1 das granulirte Ansehen der Hülle, welches bei höherer Vergrösserung die Elementarröhrchen gezeigt haben würde; in Fig. 3 das Unterbrochene der Doppelcontour und einzelne Elementarröhrchen. Ebenso in Fig. 4, wo, bei a. und B., das feine Röhrennetz in dem Gewebe der Hülle ziemlich hervortritt.

b. Das Vorkommen der Nervenfaserhülle im Allgemeinen betreffend.

---

11) *Valentin*, *Sömmerring*, Hirn- und Nervenlehre, 1841, p. 4.
12) Vergl. auch dessen Artikel: „Gewebe etc." in *R. Wagner's* Handwörterbuch der Physiol. 1842. 1. Bd. p. 689.
13) *Remak*, in *Froriep's* Notizen 1837. III. Bd. p. 37.
14) *Schwann*, Mikrosk. Unters. üb. d. Wachsthum der Thiere und Pflanzen, Berlin 1839. 8. Tab. IV.
15) *Schwann*, 1839, l. c. p. 174. 175.
16) *Rosenthal*, de formatione granulosa, 1839, p. 16. 17. 17) Allg. Anat. 1841, p. 620. 18) Allg. Anat. 1841, p. 145.
19) *R. Wagner*, Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven etc. Leipzig 1847. Fol. p. 1.
20) Auch in seinem Handwörterbuch der Physiologie III. Bd. 1. Abth. Abbildg. Taf. 1. Fig. 6.

Während nun die mitgetheilten Beobachtungen anderer Forscher mit den von mir aufgestellten Ansichten über die Beschaffenheit der Nervenscheide übereinzustimmen scheinen, während ferner unsere besten Beobachter, z. B. *Valentin*, *Kölliker* u. A. an den centralen Nervenfasern eben so wohl eine Hülle, obwohl eine feinere, annehmen als an den peripherischen, und schon *Henle* 1841 (allg. Anat. p. 670) die Scheide an den stärkeren Nervenröhren der Centralorgane „leicht zu sehen" fand — haben andere Forscher bei manchen Nerven-Primitivfasern in den Centralorganen, insbesondere bei den feineren, die Existenz einer Hülle in Abrede gestellt. So läugnete z. B. *Stannius* 1850 die Hülle der Primitiv-Nervenfasern in den Centralorganen von Petromyzon [21]).

Dieser Angabe muss ich aber widersprechen. An frischen Präparaten, bei schwachen Vergrösserungen, ja selbst auf Längsabschnitten aus in Chromsäure gehärteten Rückenmarken erkennt man allerdings keine Hüllen der feinen Nervenfasern. Aber auf feinen Querabschnitten bei 7 — 8 — 900-maliger Vergrösserung ist die Hülle auch der feinsten Fasern im Petromyzon-Rückenmark mit Sicherheit zu sehen. Was man daher, seit *Stannius'* Mittheilung, als „hüllenlose Axencylinder" innerhalb oder ausserhalb der Centralorgane des Nervensystems betrachtet (*Stannius*, l. c., p. 88) muss ich für nicht gerechtfertigt halten. Die Existenz der Hülle ist bei centralen Primitiv-Nervenfasern, nach *Stannius* Vorgang, auch von manchen anderen neueren Forschern geläugnet worden, insbesondere von *Bidder* und einigen seiner Schüler, *Owsjannikow*, *Kupffer* u. A. Diese Forscher haben angenommen, dass z. B. im Rückenmarke von Petromyzon fluviatilis die Primitivfasern nichts anderes seien, als nackte Axencylinder. So fand z. B. *Owsjannikow* [22]) die Scheide der Axencylinder zwar in der grauen (und weissen) Substanz der von ihm untersuchten Fische, nicht aber bei Petromyzon und Ammocoeta. Er sagt (l. c. p. 44): „Axes cylindratos in substantia cinerea peculiari ipsis membrana instructos esse, quae etiam cellulas nerveas eingens, a massa fundamentali e tela conjunctiva composita sit separata...... In petromyzontos et ammocoetae medulla spinali non esse axes cylindratos nisi nudos, tela cellulosa, in qua positi sunt, nullum proprium involucrum efformante (l. c. p. 45)." — Diese Angabe kann ich aber, wie oben kurz erwähnt, nicht bestätigen. Ich finde auch hier bei Petromyzon die Scheiden wieder — selbst so weit es die feinsten Längsfasern betrifft; diese liegen hier, $^{1}/_{1500}$''' — $^{2}/_{1500}$''' breit, anscheinend als ganz nackte Cylinder neben einander (jedoch nicht absolut parallel) auf Längsabschnitten, indessen sieht man viele Knötchen, wie abgerissene Fetzen, an denselben. Es fragt sich, ob hier nicht durch den Schnitt das Involucrum zerrissen, ob nicht unsere Instrumente zu schwach sind, um die feineren Scheiden zu erkennen. Diese Frage wird bestimmt entschieden, sobald man feine Querabschnitte bei 700 — 900-facher Vergrösserung untersucht. Hier sieht man eine jede der feinsten Primitivfasern der weissen Substanz zusammengesetzt aus dem Axencylinder und der Scheide, sammt den sie verbindenden Fortsätzen, Fasern oder Röhrchen. Der Axencylinder ist aber nicht in dem Centrum der Hülle, sondern dicht an einer Wandstelle, oder in dem Winkel einer durch die Wand der Scheide gebildeten Falte enthalten. Dies mag der Grund sein, dass man — auf Längsabschnitten — wenn man den Axencylinder im Focus hat, nichts von dessen Scheide gewahrt, am wenigsten bei schwachen Vergrösserungen. Bei 700 — 900-facher Vergrösserung sieht man an jedem einzelnen Axencylinder zu beiden Seiten eine Menge von kurzen abgerissenen Fortsätzen (insbesondere nahe am Rande eines feinen Präparats), evident solche Theile, die vom Axencylinder zur Hülle gehen. Wo die Fasern in Masse beisammen und unter einander liegen, kann man aber nichts Entscheidendes sehen. Das Bild ist zu verworren, zu überladen mit Längsfasern. Hiernach, und nach meinen übrigen Untersuchungen, muss ich die Existenz der sogenannten Scheide oder Hülle selbst bei den allerfeinsten Primitiv-Nervenfasern annehmen. Die Ansichten

---

[21]) *Stannius*, in *Rud. Wagner's* Neurol. Unters. 1854, p. 87. 88.

[22]) *Owsjannikow*, disquis. de medullae spinal. textur. imprimis in piscibus etc. Dorpat 1854.

Kupffer's und anderer Schüler *Bidder's* über diesen Gegenstand werde ich in einer andern demnächst erscheinenden Schrift ausführlich zu besprechen Gelegenheit haben [23]).

2) Das Nervenmark betreffend. Ich werde diesen Theil der Nervenfaser unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachten.

a. Die doppelte Contour der sogenannten animalen, breiten, cerebrospinalen oder dunkelrandigen Primitiv-Nervenfasern, welche man sowohl an frischen Nerven, nach dem sogenannten Gerinnen ihres Inhalts, wie nach der Behandlung der Nerven mit verschiedenen Reagentien beobachtet, ist bei Untersuchung mit den schwächeren Vergrösserungen allerdings anscheinend ununterbrochen in der ganzen Länge der Primitivfaser vorhanden. Man hat hierin den Beweis zu finden geglaubt, dass die Innenfläche der Nervenfaserscheide von einer ölartigen Flüssigkeit bespült wird [24]). Wenn man aber bei stärkeren Vergrösserungen sorgfältig mit oder ohne Anwendung einer färbenden Jodlösung untersucht, so wird man finden, dass die innere Contour eben so wie die äussere nicht stets eine linienförmige Begränzung bildet, sondern vielfach unterbrochen ist, sich theilt, Fortsätze gegen den Axencylinder hin aussendet und nach kürzerem Verlaufe in Continuität abgebrochen anscheinend aufhört, und dass sie nur deshalb den Anschein einer Begränzungslinie giebt, weil die nach innen wie nach aussen auslaufenden Fasern oder Röhrchen, wegen ihrer Durchsichtigkeit im frischen Zustande, nicht erkannt werden können. Hat man nemlich ein kleines Stückchen einer dünnen Nervenwurzel, oder eines dünnen Nervenstamms, oder eines Nervenprimitivbündels auf bekannte Weise mit Nadeln auseinander gezogen, so dass die Fasern desselben mehr oder weniger isolirt auf dem Objectgläschen enthalten sind, und untersucht man dieselben mit Zusatz von Wasser oder einer Jodlösung unter dem Mikroskope, so sieht man bei 700 — 900-facher Vergrösserung in den meisten Fällen Folgendes:

Die doppelte Contour ist aus zwei verschieden gefärbten oder das Licht verschieden brechenden Schichten zusammengesetzt, einer äusseren rothen und einer inneren blauen. Die Ränder beider Schichten zeigen eine scharfe schwarze Gränzlinie zu beiden Seiten in jeder Schicht. Diese beiden farbigen Schichten sind meist von gleicher Breite (etwa $^1/_{1500}$'''), die schwarzen Gränzlinien sind etwas schmäler. Die beiden farbigen Schichten (welche ich jetzt einfach als Doppelcontour bezeichnen will) des rechten Seitenrandes der Primitivfaser laufen denen des linken Seitenrandes nicht an allen Stellen parallel und verlaufen auch nicht in einer geraden Linie. Vielmehr verhalten sich dieselben sehr verschieden, im Allgemeinen aber in einer der folgenden Weisen:

1) Nachdem die Doppelcontour beiderseits eine kürzere oder längere Strecke einander parallel verlief, wendet sie sich nach innen gegen die Mitte oder Axe der Primitiv-Nervenfaser oder gegen den Axencylinder hin, und hört hier abgebrochen zugespitzt auf. Dicht oberhalb der Stelle aber, wo die Doppelcontour sich nach innen wandte, fängt ein neues Stück Doppelcontour beiderseits mit feinster Spitze an, läuft rasch sich verbreiternd, eine kürzere oder längere Strecke parallel, etwas über die Stelle hinaus, wo die erstbeschriebenen Stücke in der Region des Axencylinders endigten, und hier wiederholen diese beiden neuen Abschnitte der Doppelcontour denselben Verlauf, wie von den ersten Abschnitten beschrieben wurde. Vergl. Taf. 2 Fig. 16. 17. 23. Ein solches Verhalten sieht man an einer mehr oder weniger grossen Anzahl von Fragmenten der Doppelcontour, und letztere (resp. die Nervenfaser) erscheint unter solchen Umständen wie eine Längs-Durchschnittsfläche durch eine grössere oder kleinere Anzahl in einander eingeschobener Trichter. Oft sieht man an Primitivfasern, die Varicositäten zeigen, die

---

[23]) Die Kerne der Hülle der Primitiv-Nervenfaser habe ich absichtlich nicht besprochen. Ich bemerke hier nur so viel, dass ich solche wohl kenne und mich vor Verwechselung derselben mit ähnlichen Gebilden zu hüten stets besorgt war. Da ich über diese Kerne mit genaueren Untersuchungen beschäftigt bin, so gedenke ich von denselben, sobald ich zu einem erwünschten Resultate gekommen sein werde, an anderm Orte zu reden.

[24]) Dass das Nervenmark „eine zähflüssige, dehnbare, klebrige, etwa mit dichterem Terpenthinöl in Bezug auf Consistenz zu vergleichende Substanz" sei, und vorzüglich aus Fett bestehe, sagt *Kölliker* (Gewebelehre 1855, p. 281.)

Doppelcontour der verschmälerten Strecken zwischen je zwei varicösen Anschwellungen sich, dem schmalen Ende eines Trichters gleich, bis in die breite Stelle der nächstfolgenden Varicosität hinein erstrecken und hier anscheinend abgebrochen aufhören, während die Doppelcontour der folgenden Varicosität selbst, dem weiteren Theile eines Trichters gleich, um die verschmälerte Stelle der vorhergegangenen mit anscheinend abgebrochenen Enden herumgelagert ist, resp. solche einschliesst. Vergl. Taf. 2 Fig. 22.

2) An den Stellen, wo die Doppelcontour in langen Strecken ununterbrochen zu sein scheint, findet man bei genauer Untersuchung dennoch Unterbrechungen derselben in näheren oder entfernteren Zwischenräumen.

3) An vielen Stellen theilt sich die Doppelcontour bifurcatorisch, und jede Abtheilung dieser Bifurcation zeigt gleichfalls die äussere rothe und die innere blaue Schicht. Die auf solche Weise entstehenden Ausläufer der Doppelcontour gehen sowohl nach innen gegen den Axencylinder hin, wie nach aussen gegen die Scheide hin (resp. gegen benachbarte Primitivfasern hin). Sie verlaufen sowohl der Länge wie der Quere nach, geradlinig oder gewunden, über oder unter dem Axencylinder her, und nicht selten erscheint die Doppelcontour der rechten mit derjenigen der linken Seite durch einen, einer Leitersprosse ähnlichen, Querfortsatz in unmittelbare Verbindung gesetzt. Vergl. Taf. 2 Fig. 19. 20. 29.

4) Nicht selten sieht man die Doppelcontour spiralig um einander gewunden an den Stellen, wo sie unterbrochen erscheint, gleich den Enden zweier Fäden, die zur ersten Tour eines Knotens zusammengeschlungen worden sind. Taf. 2 Fig. 18.

5) Sehr häufig sieht man die Doppelcontour beiderseits aus blattartig oder schuppenartig oder dachziegelförmig sich deckenden Theilen oder Faserfragmenten bestehend, die in schräger Längsrichtung mit dem einen zugespitzten Ende den Axencylinder berühren, mit dem andern die Hülle. Taf. 2 Fig. 23.

6) Häufig sieht man mehr als eine Doppelcontour beiderseits mehr oder weniger parallel neben einander laufend und durchkreuzt in verschiedenen Richtungen von anderen Elementarröhrchen.

Diese mehrfachen Doppelcontouren erscheinen dann als die Folge mehrfacher bifurcatorischer Theilungen der äussersten Doppelcontour. Taf. 2 Fig. 20.

7) Zuweilen sieht man von dem Axencylinder, unter spitzen Winkeln ausgehend, Fortsätze resp. Elementarröhrchen zum Marke rechts und links sich erstrecken; diese Fortsätze zeigen gleichfalls die rothe und blaue Schicht wie die Doppelcontour. Taf. 1 Fig. 24.

8) Die Doppelcontour erscheint eben so, wie im Vorhergehenden beschrieben worden — vielfach unterbrochen und verschieden gefärbt — am ausgepressten Inhalt der Faser (Mark und Axencylinder) wie in der sogenannten unversehrten Faser selbst.

Hieraus scheint bereits genügend hervorzugehen, dass die Doppelcontour nicht bedingt sein könne durch eine flüssige Schicht, welche frei zwischen Hülle und Axencylinder befindlich ist. Die äussere Form ihres Auftretens, die fast überall gleiche bestimmte Breite, bei einer beiderseitigen scharfen linienförmigen Begränzung, die bifurcatorische Theilung, die anscheinende Endigung an vielen Stellen in dem kleinsten Winkel oder in den feinsten Spitzen — alles dieses dürfte mehr für die Annahme sprechen, dass wir es hier mehr mit einer festeren, als mit einer rein flüssigen Substanz ohne festere Umgebung zu thun haben.

Ich füge hier noch an, dass die farbigen Schichten (roth aussen, blau innen) der Doppelcontour durchaus nicht die Folgen der Jodlösung sind, sondern ohne allen Zusatz färbender Substanz an ganz frischen Nerven erscheinen. — Zuweilen findet man nur die blaue Schicht und die schwarzen äusseren Begränzungslinien, die innere rothe Schicht fehlt. Ich habe solches zuweilen bei der Untersuchung ganz frischer Nerven, besonders an den feineren Primitivfasern aus den Centraltheilen, gefunden. Zuweilen sah ich auch die rothe Schicht innen und die blaue aussen.

Ich will es vorerst unentschieden lassen, ob die verschiedenfarbigen Schichten in der That zwei von einander verschiedene seien, oder ob wir hier nur die Wirkung einer Polarisationserscheinung erblicken. Ich neige mich aber zu der Annahme, dass es Theile zweier verschiedener Röhren oder Schichten sind, deren Inhalt, wegen seiner chemischen Verschiedenheit, die verschiedene Färbung bedingt. Hiermit will ich aber mich ausdrücklich gegen die Unterstellung verwahren, als betrachte ich die ganze Strecke einer in Continuität erscheinenden Doppelcontour auch stets als die Continuität eines und desselben Elementarröhrchens. Im Gegentheil nehme ich vielmehr an, dass wenn die äusserste Schicht des Nervenmarks, bei der ersten Veränderung durch die äusseren einwirkenden Agentien nach der Entfernung aus dem lebenden Körper, in einer gewissen Dicke von aussen nach innen längs der ganzen Primitiv-Nervenfaser chemische und physikalische Veränderungen erleidet, die wir, jedoch ohne genügende Gründe, als „Gerinnung" bezeichnen, unter der grossen Menge der in dem betreffenden alterirten Raume liegenden Elementarröhrchen, bei der überaus grossen Zartheit und Durchsichtigkeit der betreffenden Theile, noch nicht die einzelnen zu unterscheiden sind, sondern anfangs nur das täuschende Bild einer continuirlichen Doppelcontour längs der ganzen Ausdehnung der Seitenränder der Primitivfasern erzeugt wird, weil man die noch durchsichtigen, seitwärts abbeugenden Elementarröhrchen noch nicht gewahrt. Dies letztere ist erst bei stärkerer Veränderung des Nervenmarks etc. der Fall; bei Anwendung der 360—400-fachen Vergrösserungen ist die scheinbare Continuität der Doppelcontour noch auffallender, und so erklärt es sich, wie schon *Ehrenberg* [25]), l. c. p. 684, die innere der beiden Grenzlinien als „ganz deutlich die Weite des lumens der inneren Höhlung der Röhre" bezeichnend betrachten konnte.

Das Fehlen der rothen Schicht fand ich häufiger, wie gesagt, an ganz frischen Nerven. An Nerven, welche längere Zeit, etwa 24 Stunden, nach dem Tode des Thiers untersucht wurden, fand ich häufig, ausser den gefärbten, vielfach unterbrochenen, getheilten etc. Contouren, die ganze Masse des Marks deutlicher aus Elementarröhrchen zusammengesetzt, als an frischen Nerven; diese Röhrchen zeigten je nach der Einstellung des Focus die verschiedenen Farben der Doppelcontour; der Axencylinder erschien aber dabei noch so durchsichtig, dass sich an ihm keinerlei Structur erkennen liess. Taf. 2 Fig. 24. 30.

Die hier angedeuteten verschiedenen Arten des Verhaltens der frischen Nervenfasern unter dem Mikroskope möchten als ein Fingerzeig gelten, dass auch zum genaueren Studium des Nervenmarks die Untersuchung frischer Nervenfasern nicht geeignet sei. Erwägt man, dass die Präparation eines frischen Nervenbündels, dessen einzelne Primitivfasern man mikroskopisch untersuchen will, mit Nadeln auseinander gezerrt werden müssen, dass diese Zerrung eine ganz bedeutende Störung des feineren Baues eines so zarten Gebildes, wie die Nerven-Primitivfaser ist, nothwendig im Gefolge haben muss, und dass diese Zerstörung des ursprünglichen feinen Gewebes, je nach der Wirkung der angewendeten Mechanismen zur Isolirung der einzelnen Fasern, in verschiedener Form auftreten muss, so wird man leicht ermessen, dass alle jene oben von mir beschriebenen Formen, unter denen sich die Doppelcontour zeigt, nichts anderes sind, als Varietäten eines und desselben Verhältnisses des sogenannten Nervenmarks zum Axencylinder und zur Hülle, d. h. des verschiedenen Aggregatzustandes der Elementarröhrchen, welche das Nervenmark (resp. die Faser) zusammensetzen. Je weniger die betreffende Primitivfaser gedehnt, gezerrt, auseinander gezogen worden ist, desto weniger werden die einzelnen Röhrchen oder Stellen, von welchen die Verbindungen zwischen Hülle und Axencylinder ausgehen, von einander entfernt sein, d. h. desto seltener wird die Doppelcontour unterbrochene Begränzungslinien zeigen; umgekehrt: je stärker die Dehnung war, desto auffallender werden die Unterbrechungen der Begränzungslinien der Doppelcontour auftreten. — Während man in ersterem Falle nur in entfernteren Strecken

[25]) *Ehrenberg*, in: Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin vom Jahre 1834. Berlin 1836. Beobachtung einer bisher unerkannten Structur des Seelen-Organs etc.

hie und da eine Verästelung von der Doppelcontour zum Axencylinder hinlaufen sieht, wird man in letzterem Falle die Doppelcontour beiderseits als in Schuppen-, Blatt- oder Dachziegelform sich deckende Theile auseinandergezerrt, oder als trichterartig in einander steckende Fragmente der Faser u. s. w. erblicken. Es ist aber hierbei wohl zu merken, dass — selbst wenn man alle jene Formen der Doppelcontour mehr oder weniger als Artefacte bezeichnen wollte — sie dennoch den Beweis liefern, dass die Doppelcontour nicht eine Schicht von öliger Flüssigkeit, sondern der optische Ausdruck einer Anzahl feinster Elementarröhrchen ist, welche — sobald sie nur in Folge chemischer u. a. Veränderung ihres Inhalts oder ihrer ganzen Masse sichtbar werden — den ganzen Raum des sogenannten Nervenmarks erfüllend und die Hülle der Nervenfaser mit deren Axencylinder verbindend erscheinen, obwohl in den relativ normalen oder ungezerrten Nerven in anderer, complicirterer Form als den oben beschriebenen.

Man wird zugeben, dass alle derartige, durch die anatomische Untersuchung selbst herbeigeführte Störungen im feinsten Bau einer Primitivfaser nicht vorkommen können, wenn man nach der oben von mir angegebenen Methode der Untersuchung feinster Längsabschnitte aus in Chromsäure gehärteten Nervenstämmen verfährt. Hierbei kann von Zerrung einzelner Fasern nicht die Rede sein, und somit erblickt man die einzelnen feinsten Theile derselben in ihrer ursprünglichen Lage und in ihrem natürlichen Zusammenhang mit den benachbarten Theilen unter dem Mikroskop.

Das Unterbrochensein der Doppelcontour beschreibt schon 1837 *Remak* [26]). Er sagt: „Jedem Beobachter wird es gewiss oft aufgefallen sein, dass die innere von den beiden an den Rändern befindlichen Doppellinien in den sogenannten Markfasern, nicht selten ihren parallelen Lauf verlässt und in einen solchen scheinbaren Querstreifen übergeht, dass, namentlich bei älteren Nerven, die Fasern oft ganz wunderliche Formen, z. B. die Form ineinandergesteckter Trichter oder ineinandergesteckter Blumenkronen mit vielfach gezackten Rändern zeigen; alle diese Erscheinungen werden dem Untersuchenden jetzt durch jene Ausbuchtungen (der Primitivfasern) und namentlich daraus leicht erklärlich werden, dass nach dem Verschwinden der, im frischen Zustande vorhandenen, an den ihres Inhalts entledigten Primitivröhren deutlich zu beobachtenden contractilen Kraft, eine grosse Schlaffheit und Dehnbarkeit derselben eintritt, in Folge deren diese Ausbuchtungen, die anfangs aufrecht standen, zusammensinken und sich seitlich anlegen.“ In dem ersten Theil dieser Angaben wird man eine auffallende Uebereinstimmung der von *Remak* beobachteten und von mir beschriebenen Thatsachen finden. Die Erklärung, welche *Remak* davon giebt, weicht allerdings sehr von meiner Anschauung ab. Indessen kommt es hier nur auf die Thatsachen an, und diese stimmen völlig überein.

Uebrigens zeigen die Abbildungen, welche unsere besten Beobachter von dem Nervenmarke gegeben haben, selbst von frischen Präparaten, in manchen Fällen ganz dasjenige, was ich im Vorhergehenden beschrieben habe. Betrachtet man z. B. die Abbildungen, welche *Henle* [27]) giebt, so findet man die Unterbrechung der Doppelcontour, die Ablenkung der einzelnen sie constituirenden Linien aus der parallelen Richtung, und Verzweigungen derselben, welche in querer Richtung (nach dem Axencylinder hin) verlaufen, an vielen Stellen deutlich genug. Und *Henle* sagt ausdrücklich [28]), „dass die beiden dunklen, jeden Rand begränzenden Linien nicht ganz continuirlich sind; dass sie vielmehr oft in eine einzige Spitze sich vereinigen, neben welcher, nach innen oder aussen, eine neue Spitze entsteht, die sich alsbald wieder in zwei Parallellinien spaltet.“ Ein Jeder sieht leicht ein, dass *Henle* hier dasselbe beobachtet hat, was ich über die blattartig aneinanderliegenden und theilweise sich deckenden Fragmente der Doppelcontour mitgetheilt habe, und was ich in den Skizzen, Taf. 2 Fig. 16—23 darzustellen versuchte. *Henle* bemerkt ausserdem auch noch, dass

---

26) *Remak*, in *Froriep's* Notizen, 1837. Bd. 3. p. 38.

27) *Henle*, Allgemeine Anatomie 1841, Tab. IV., Fig. 5. H, L, B, D, E, K. 28) *Henle*, l. c. p. 618.

die beiden Linien, welche die Doppelcontour bilden, an manchen Stellen „auseinander treten und runde oder ovale Figuren einschliessen.“ *Henle* beschreibt hier die bifurcatorischen Theilungen der Doppelcontour, welche bei der geringen Vergrösserung (220—410), die er in Anwendung zog, nicht deutlich genug erscheinen konnten, die aber bei einer 700—900-maligen Vergrösserung auf das Evidenteste hervortreten. Was daher *Henle* für einen von den auseinandertretenden Contouren eingeschlossenen Körper hält, ist nur der anscheinend leere Raum zwischen der Theilungsstelle der bifurcatorisch gespaltenen Doppelcontour; und die Treue seiner Abbildung (L, Fig. 5) wird einem Jeden auffallen, der nur ein Mal die erwähnte Bifurcation der Doppelcontour beobachtet hat. — Dass das Unterbrochensein der Doppelcontour sich aber bei allen Nervenfasern findet und nicht etwa nur hier und da als Ausnahme erscheine, giebt *Henle* indirect ebenfalls an, indem er, p. 618, sagt: „An isolirten Nervenfasern sind die dunklen Linien, auch bei der zartesten Behandlung, hier und da inmitten ihres Verlaufes unterbrochen, und zwar immer beide an beiden Rändern einander gegenüber.“ — Auch *Valentin's* Darstellungen und Abbildungen, welche derselbe in seinem Aufsatze „Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers“ [29]) mittheilt, sprechen im Ganzen für das Gesagte. Das Unterbrochensein der Doppelcontour ist l. c. Fig. 30, 31, 33, 34, 36, 37 deutlich an verschiedenen Stellen gezeichnet; eben so Fragmente von Elementarröhrchen des Marks in verschiedenster Richtung. — Auch in *Hannover's* ganz vorzüglichen Abbildungen in dessen verdienstlicher Schrift von 1844 [30]) findet man ganz treu dargestellt, was ich oben in Bezug auf das Unterbrochensein der Doppelcontour, auf das Nichtparallele ihres Laufs, auf die von ihr in querer Richtung (gegen den Axencylinder hin, hinter und vor ihm her) auslaufenden feinen Fasern oder Elementarröhrchen gesagt habe. Das Unterbrochensein der Doppelcontour zeigen auch die Abbildungen, welche *Bidder* und *Volkmann* [31]) gegeben haben. Das Zackige, Unregelmässige der Doppelcontour einer Nervenfaser ist auch in *Kölliker's* Darstellungen bei einigen [32]) ersichtlich.

Die Doppelcontour einer jeden Nerven-Primitivfaser, oder was man als solche bei den schwachen Vergrösserungen gewahrt, gehört übrigens, nach meinen Erfahrungen, ganz und gar dem sogenannten Nervenmarke an, und die äussere Linie der Doppelcontour kann nicht als der Scheide angehörig betrachtet werden, wie manche bedeutende Forscher annehmen, z. B. *Hannover* [33]). *Henle's* Ansichten und Zeichnungen der Nervenscheide [34]) stimmen mehr mit den meinigen überein.

b. Die Elementarbestandtheile des Nervenmarks betreffend.

Die jetzt herrschende Ansicht über die Elemente des Nervenmarks ist am schärfsten von *Kölliker* ausgesprochen worden. Er sagt: „Innerhalb der structurlosen Scheide liegt das Nervenmark (Markscheide, *Rosenthal* u. *Purkinje*; weisse Substanz, *Schwann*) in Gestalt eines cylindrischen, die centrale Faser [35]) eng und genau umgebenden Rohres. Dasselbe ist in der frischen Nervenfaser vollkommen gleichartig, zähflüssig wie ein dickeres Oel (dichteres Terpenthinöl) [36]), je nach der Beleuchtung durchscheinend und klar, oder weisslich glänzend, und bedingt offenbar den eigenthümlichen Glanz der Nerven. Durch Erkalten, Wasser, die meisten Säuren und viele andere Reagentien verändert sich das Nervenmark schnell und ganz constant, und zwar beruht die Veränderung vorzüglich in einem Gerinnen desselben, welches successive von aussen nach innen

---

[29]) *Valentin*, in *Wagner's* Handwörterb. I. p. 689 ff.

[30]) Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague 1844. Taf. 1, Fig. 7. b. c. Fig. 25. a, b; u. A.

[31]) *Bidder* und *Volkmann*, die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. 1842. 4. Taf. I. Fig. 1, d, e. Fig. 3. Tab. II. Fig. 4. 5. Ferner: *Bidder's* Abbildungen 1847. (Zur Lehre vom Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847. 4. Taf. 1. Fig. 1. Tab. 2. Fig. 6. 7. 8.)

[32]) *Kölliker*, Gewebelehre. 2. Aufl. 1855. Fig. 139, p. 281, Fig. 140, p. 283.

[33]) l. c. p. 74, bei der Erklärung der Fig. 7. c. [34]) *Henle*, Allgem. Anat. l. c.

[35]) „ohne mit ihr eins zu sein“, *Kölliker*, mikr. Anat. p. 403. Gewebel. 1. Aufl. l. c.

[36]) Vergl. auch *Henle*, in *Canstatt's* Jahresber. 1844. p. 23.

fortschreitet, und bald das ganze Mark, bald nur die äusserste Schicht desselben ergreift. Im letzteren Falle entstehen die Nervenröhren mit doppelten Contouren oder mit äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung geronnener, innerlich noch flüssiger Markscheide; im ersten (Falle) Fasern mit scheinbar ganz krümlichem, dunklem Inhalt: das geronnene Nervenmark erscheint nämlich selten homogen, sondern meist krümlich, körnig, wie aus einzelnen unregelmässigen grösseren und kleineren Massen zusammengesetzt, bei Essigsäurezusatz oft wie aus kleinen isolirten oder netzförmig vereinten Stäbchen gebildet. Auch durch Druck verändert sich das Nervenmark sehr leicht. Einmal fliesst es aus den Enden der Röhren, oder aus bruchsackartig hervorgetriebenen und berstenden Theilen der Scheide heraus [37]) und bildet grössere oder kleinere Tropfen von allen möglichen Formen, von regelmässigen Kugeln, Keulen, Spindeln, Cylindern, Fäden, bis zu den bizarresten Gestalten, welche ebenfalls nur an der Oberfläche oder ganz gerinnen, und daher wie die Nervenfasern doppelt contourirt, halb oder ganz krümlich erscheinen. Aber auch in den Röhren ändern sich seine Formverhältnisse, indem es, statt wie früher ganz geichmässig in Gestalt eines Cylinders durch dieselben verbreitet zu sein, stellenweise in grösseren Massen sich anhäuft. So entstehen die viel besprochenen varicösen Nervenröhren, in denen das Mark bald zierliche, rosenkranzförmige Anschwellungen, bald verschieden grosse, ungleichmässig vertheilte Knoten, ja selbst stellenweise gänzliche Unterbrechungen besitzt. Alle diese Formen, an denen die Scheide häufig Antheil nimmt, häufig auch nicht, und die centrale Faser sich nicht betheiligt, sind künstlich entstanden, und bilden sich besonders leicht an den feineren Fasern und denen mit zarterer Scheide, wie sie in den Central-Organen sich finden [38])."

Zum Studium des Nervenmarks empfiehlt *Kölliker:* den Nerven eines frisch getödteten Thieres ohne Zusatz schnell unter das Mikroskop zu bringen; einzelne Fasern sieht man dann unverändert, durch das Eintrocknen entsteht aber schnell Störung. Ausserdem: Beobachtung von Nerven in durchsichtigen Theilen lebender oder eben getödteter Thiere (Nickhaut, Schwimmhaut des Frosches, Schwänze der Froschlarven), ihre Betrachtung auf erwärmten Glasplatten *(Stark)* und nach Behandlung mit Chromsäure [39]).

Diese Anschauung des Nervenmarkes erscheint vollkommen gerechtfertigt, sobald man mit schwachen Vergrösserungen untersucht, und namentlich nur frische Theile. Das Nervenmark ist dann durchsichtig und sieht aus wie eine ölige Flüssigkeit. Ueber die Veränderungen der Nervenfasern durch Reagentien und Kälte etc. werde ich weiter unten reden; was aber als krümelig, körnig, netzförmig etc. erscheint, das erblickt man bei 700facher Vergrösserung als eine aus Elementarröhrchen zusammengesetzte Masse, sei es innerhalb oder ausserhalb der Primitivfasern; und was bei 300—400facher Vergrösserung eine einfache ölige homogene Flüssigkeit zu sein scheint, das giebt sich bei den stärkeren Vergrösserungen (700—900) grösstentheils als aus Fragmenten von Elementarröhrchen und einer öligen Flüssigkeit bestehend zu erkennen. Die heutige Lehre über die Elemente des Nervenmarks ist daher hauptsächlich wegen der Anwendung zu schwacher Vergrösserungen ungenügend geblieben; und zwar einmal weil man mittelst dieser Vergrösserung die feinen Gewebstheile nicht genügend zu erkennen im Stande ist, das andere Mal aber und hauptsächlich, weil man die theilweise erkannten Gebilde ungenügend und in einer unrichtigen Weise gedeutet hat, wie ich bald zeigen werde.

---

[37]) *Kölliker* bemerkt, mikr. Anat. p. 403, Gewebel. 1. Aufl. p. 270, 2. Aufl. p. 287, dass man „häufig das Mark für sich allein aus den Röhren heraustreiben kann," und findet hierin den Beweis der Präexistenz der Axenfasern, was als ein ganz wahrer Grund zu betrachten ist; s. u.

[38]) *Kölliker*, Gewebel. 1. Aufl. p. 254. 265; 2. Aufl. p. 281. 282. Mikroskop. Anat. 1850. p. 392. 393. 397. 398.

[39]) *Kölliker*, Mikroskop. Anat. p. 397. Gewebel. 1. Aufl. p. 267; 2 Aufl. p. 284.

Ich füge noch die Ansichten *R. Wagner's* über das Nervenmark bei, woraus übrigens das Schwankende, welches bei den heutigen Anatomen über diesen Punkt herrscht, noch deutlicher erhellen dürfte.

R. Wagner fand 1847 bei'm Zitterrochen als unzweifelhaft, „dass jede Primitivfaser nur aus zwei Elementen besteht: 1) aus einer sehr verschieden dicken Scheide, und 2) aus dem Nervenmark, das im frischen Zustande ganz homogen ist, und weder doppelte Contouren noch einen Axencylinder hat [40]). Diese Verhältnisse waren bisher bei'm Menschen und höheren Wirbelthieren noch zweifelhaft." Später, 1850, nahm *Wagner* jedoch an, dass „jede Primitivfaser, wie man zum Theil schon früher wahrgenommen hat, in ihrem Marktheil besteht: *a)* aus einer äusseren, die doppelten Contouren zeigenden, das Licht stark brechenden Rindenschicht; *b)* einem im Centrum jeder Faser liegenden, blassen, unter Einfluss von Quecksilberchlorid sehr fest werdenden Axencylinder; und *c)* einer zwischen Rindenschicht und Axencylinder liegenden, gleichfalls blassen, mit dem Axencylinder loser, mit der Rindenschicht enger verbundenen Schicht."

Wagner glaubt, dass die Rindenschicht zwar der erste Act einer Gerinnung des Markes ist, dass jedoch die übrigen sich rasch bildenden Veränderungen der anfangs homogenen Markmasse (durch Wasser etc.) eine ursprüngliche Structurverschiedenheit und chemische Differenz der Nervensubstanz innerhalb der Fasern bezeugen [41]). *Wagner* meint: der Axencylinder besteht aus Albumin, die contourirte Rindensubstanz aus Fett — aller Wahrscheinlichkeit nach [42]). Später [43]) nimmt *R. Wagner* an: „es bestehe jede Primitivfaser nur aus der doppelt contourirten Markscheide und dem eingeschlossenen Axencylinder," wie es *Kölliker* gethan, und wie *Wagner*, seine frühere Angabe zurücknehmend, folgte. Noch später (1851), in Folge der *Stannius*'schen Untersuchungen an Petromyzon, betrachtete *Wagner* „jede Primitivfaser im Wesentlichen nur als einen Axencylinder, der, nach Umständen, mit einer einfachen Rinde umgeben ist, deren optischer Ausdruck die doppelten Contouren sind [44])." Diese Erklärung stimmt jedoch mit der obigen von 1850 im Ganzen überein [45]).

Von diesen in der heutigen Wissenschaft gültigen Anschauungen weichen die Ergebnisse meiner Untersuchungen ab, wie oben angegeben worden ist. Aber auch frühere Forscher hatten bereits eine andere, mit der meinigen mehr übereinstimmende Anschauung.

Dass das Mark (sowie die Hülle) der Primitiv-Nervenfasern aus feinen röhrchenartigen Gebilden bestehe, hatte auch *Fontana* bereits gesehen. Er sagt l. c. p. 370: „Als ich aufmerksam diese äussere Hülle der ursprünglichen Nervencylinder untersuchte, so glaubte ich wahrzunehmen, dass sie aus geschlängelten Fäden zusammengesetzt wäre, welche längs der Nerven hinunter liefen und eine Hülle um die inneren Cylinder bildeten; aber ich versicherte mich davon noch besser kurze Zeit darauf durch Hülfe einer Linse, die 800 mal vergrösserte. Die Fig. VIII. stellt einen ursprünglichen Nervencylinder vor, der mit der äusseren Scheide bedeckt ist. Man sieht, dass sie aus sehr kleinen geschlängelten Fäden besteht, welche längs dem ursprünglichen Nervencylinder herunter laufen. Diese Fäden lassen sich einigermaassen in Ansehung ihres Laufs mit dem Canal vergleichen, welcher den Nebenhoden bildet, der sich alle Augenblicke krümmt. Die Dicke dieser Fäden ist sehr klein; sie ist mir nicht

---

[40]) *R. Wagner*, Neurol. Unters. 1854 p. 3; der Gött. Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt im Februar 1847.

[41]) *Wagner*, Neurol. Unters. p. 43. [42]) *Wagner*, l. c. p. 44. [43]) *Wagner*, l. c. p. 56. [44]) *Wagner*, l. c. p. 113.

[45]) Was die besondere Schicht zwischen Axencylinder und Rindenschicht betrifft, welche *R. Wagner* annahm (Gött. Anz. 1850. Nr. 4), eine blasse, mit der Rindenschicht enge, mit dem Axencylinder lose verbundene Schicht nämlich, so hatte schon 1850 *Kölliker* (mikroskop. Anat. p. 404) gesagt, er wisse nicht, was damit gemeint sei, und vermuthet, dass *Wagner* den an doppelt contourirten Fasern, wie man sie gewöhnlich sieht, nicht geronnenen Theil der Markscheide als besondere Schicht bezeichnet, was sich auf keinen Fall rechtfertigen liesse. *Wagner* hatte aber auch später diese Annahme wieder zurückgenommen.

grösser als $^1/_{13000}$ eines Zolls vorgekommen, und ob sie gleich so fein sind, so bilden sie doch um den ursprünglichen Nervencylinder eine so dicke Hülle, dass sein Durchmesser fast drei Mal so gross wird, und dieses kommt daher, dass die geschlängelten Fäden sich auf's äusserste häufen. Diese geschlängelten Fäden, welche die ursprünglichen Nervencylinder bedecken, will ich geschlängelte Cylinder der Nerven nennen, und indem ich sie zusammen als eine Hülle des ursprünglichen Nervencylinders betrachte, sollen sie die äussere Scheide der ursprünglichen Nervencylinder heissen." — Hieraus geht hervor, dass *Fontana* dasjenige, was heutiges Tags als die blasse Nervenscheide betrachtet wird, wohl nie isolirt gesehen und nicht genau gekannt hat. Er nennt das Nervenmark sammt der Scheide „äussere Scheide" des „ursprünglichen Nervencylinders"; mit letzterem Namen bezeichnet *Fontana* unseren „Axencylinder." Die von *Fontana* gegebenen Abbildungen, obwohl roh, stellen ganz entschieden das charakteristische Verhalten der Elementarröhrchen des Nervenmarks, ihren gewundenen Verlauf, ihre vielfachen Communicationen dar. Dass *Fontana's* Beobachtungen so gänzlich vergessen oder nicht beachtet werden konnten, mag wohl daher kommen, dass er auch an unorganischen Substanzen, Metallen u. s. w. solche gewundene Cylinder bei höchster Vergrösserung wahrnahm und dieselben abbildete, ein Umstand, der allerdings Zweifel an der Richtigkeit seiner Beobachtungen überhaupt zu erwecken geeignet sein musste. — In Bezug auf die Elemente des Nervenmarks müssen aber *Fontana's* Entdeckungen durch meine Untersuchungen wieder eben so zur Gültigkeit gelangen, wie *Fontana's* Entdeckung des Axencylinders durch *Remak's* Untersuchungen in neuerer Zeit wieder zur Gültigkeit kam. Ich hatte übrigens meine Untersuchungen beendet, noch ehe ich *Fontana's* Arbeit kannte, und meine Arbeiten stehen daher zu denen *Fontana's* in gleichem Verhältnisse, wie *Remak's* Untersuchungen über den Bau der Nervenfaser zu *Fontana's* Mittheilungen über den gleichen Gegenstand. Uebrigens beurtheilt auch *Remak*, obwohl er *Fontana's* Entdeckung gebührend würdigt und ganz anerkennt, dennoch nicht richtig, was *Fontana* von den Elementen der Nervenfaser sagt. Denn *Fontana* [46]) erkannte, dass der als markiger Inhalt der Primitivfaser bezeichnete Theil, wenn bei 800-facher Vergrösserung untersucht, aus lauter gewundenen Röhrchen oder Fasern („fils tortueux, lesquels couroient le long du nerf et formoient une envéloppe aux cylindres intérieurs" [Axencylinder]) besteht, die *Fontana* „cylindres tortueux" nannte, und wenn *Remak* [47]), welcher die betreffende Stelle aus *Fontana* vollständig mittheilt, damals glaubte, dass *Fontana* Falten der Nervenscheide für jene „fils oder cylindres tortueux" gehalten habe, indem er p. 4 sagt: „cylindri isti nihil sunt nisi sinuositates et plicae vaginae, irregulari ejus contractione productae, quae in recentissimis nervis prorsus desunt", so kann ich nicht anders, als die Beobachtung *Fontana's* unterstützen, der, wenn auch nicht die ganze Wahrheit, doch die eine wichtige Thatsache erkannte, dass das Nervenmark aus gewundenen Faser- oder Cylinderartigen Gebilden besteht. Denn wenn man feine Querabschnitte von gehärteten Nervenfasern untersucht, und die Ausläufer des Axencylinders, wie oben angegeben ist, in unmittelbarer Continuität mit den Elementarröhrchen, welche die Nervenscheide bilden, sieht, so kann nicht mehr von optischer Täuschung, oder von Faltenbildung der Nervenscheide die Rede sein.

Noch weniger aber kann ich *Remak* beipflichten, wenn er, nachdem er *Fontana* die Priorität der Entdeckung des Axencylinders zuerkannt, einige Jahre später [48]) dies wieder zurückruft, weil er glaubt nach reiflicher Erwägung behaupten zu müssen, dass *Fontana* die Axencylinder mit den zwischen den einzelnen Primitivröhren verlaufenden feinen geschlängelten Zellgewebsfasern verwechselt habe. Man darf nur die rohen Abbildungen *Fontana's* ansehen, so wird man finden, dass er sowohl 1) die isolirte ganze Primitivfaser (Scheide, Mark und Axencylinder) wie auch 2) den isolirten Axencylinder mit etwas anhängendem Mark ohne Scheide, und 3) isolirte Axencylinder ohne anhängendes Mark oder

---

[46]) *Fontana*, sur le venin de la vipère, tom. II. Florence 1781. p. 205 u. ff. [47]) *Remak*, Obs. anat. 1838, p. 3.
[48]) *Müller's* Archiv, 1841, p. 470. 471.

mit möglichst wenig anhängendem Marke vor Augen gehabt habe. — Dass *Fontana* die blasse (von *Schwann* entdeckte) Nervenscheide nicht genau gekannt habe, gebe ich gerne zu. Wenigstens geht aus seinen Darstellungen und Abbildungen dieses nirgends hervor. — Die Deutung der Beobachtungen *Fontana's* ist überhaupt nicht immer mit der nöthigen Kritik versucht worden. Auch *Ehrenberg* in seiner berühmten Abhandlung [49]) verwechselt die Elemente der Scheide und des Nervenmarks, oder identificirt beide vielmehr, in der Deutung *Fontana's*. Er sagt: „Die Parallelfasern der Oberfläche, welche den Nervenfasern zur Hülle dienen, nennt er cylindres tortueux, Spiralfasern.“ Nun bildet aber *Fontana* den „inneren Cylinder“, also den Axencylinder, von Primitivfasern ab, an welchem die cylindres tortueux aufsitzen, die äussere Scheide aber fehlt; also müssen nothwendig diese cylindres tortueux als Theile des Nervenmarks (zwischen Axencylinder und Hülle) gelten, und nicht ausschliesslich als Theile, welche der Scheide allein angehören, wie *Ehrenberg* meint, und wie auch *Fontana* selbst irrthümlich (durch Identificirung der äusseren Scheide mit dem Marke und der blassen (*Schwann*'schen) Hülle) angiebt. Und wenn *Ehrenberg* [50]) aus den Abbildungen *Fontana's* schliesst, dass er die Nerven-Primitivfasern für solide Cylinder ohne Spur von Höhle und Mark gehalten habe, so wird *Fontana's* Anschauung durch die Beobachtungen der neueren Zeit immer mehr bestätigt, während *Ehrenberg* damals, wo er die festen Nervenröhren als mit flüssigem Mark angefüllt bezeichnete, hier einen Irrthum *Fontana's* annehmen zu müssen glaubte.

Die Bestandtheile des Nervenmarks suchte auch *Ehrenberg* genauer kennen zu lernen, jedoch blieben seine desfallsigen Untersuchungen ohne positives Resultat. Dass *Ehrenberg* [51]) auch bei Anwendung einer 3000fachen Vergrösserung in dem Nervenmarke der Primitivfasern im Hirne nichts „Körniges oder Besonderes an sich zu erkennen“ im Stande war, erklärt sich wohl aus dem zu geringen Lichte, welches so hohe Vergrösserungen unserer heutigen Hülfsmittel so gut wie unbrauchbar macht. *Ehrenberg* fand sogar [52]) eine 800fache Vergrösserung zu „lichtarm,“ und er erklärte aus diesem Grunde *Fontana's* Beobachtungen als Irrthümer. Indessen geben unsere guten Mikroskope selbst noch bei 900facher Vergrösserung die schärfsten und brauchbarsten Bilder bei genügendem Lichte. Jedoch fand *Ehrenberg* an peripherischen Nervenfasern [53]), dass das Mark eine „aus kleinen rundlichen, jedoch wenig regelmässigen Partikeln bestehende, zuweilen netzförmig oder streifig zertheilte Masse“ sei. Dass *Ehrenberg* in dieser „netzförmigen“ Masse die Elementarröhrchen vor Augen hatte, scheint mir kaum bezweifelt werden zu können.

Den Inhalt der Nerven-Primitivfasern nennt *Treviranus* [54]) „eine schleimige Materie“ oder „eine weiche Materie, die zuweilen aus ihren Enden hervordringt, und worin man oft Kügelchen sieht.“ Die Elemente des Nervenmarks in jeder breiteren Primitiv-Nervenfaser scheint aber *Treviranus* aus feineren „Elementarcylindern“ zusammengesetzt zu betrachten. Er sagt pag. 39: „Ob der Inhalt der Nervencylinder nicht aus noch feineren Cylindern besteht? Mehrere Gründe sprechen allerdings für eine bejahende Beantwortung dieser Frage.“ Doch sind seine Angaben nicht ganz klar und zum Theil widersprechend, so dass ein bestimmter Schluss sich kaum daraus ziehen lässt, wie auch *Remak* [55]) schon angegeben hatte. *Treviranus* meinte, dass die Nervencylinder der Corticalsubstanz des Gehirns „einfache Elementarcylinder“ seien. Aus Vereinigung derselben mit einander und Umgebung des Vereinigten mit einer gemeinschaftlichen Scheide entsprängen die Markcylinder (Fasern der weissen

---

[49]) *Ehrenberg*, Structur des Seelenorgans, in: Abhandl. der Berliner Akademie der Wissenschaften aus dem Jahre 1834. Berlin 1836. p. 675.

[50]) *Ehrenberg* l. c. p. 676. [51]) *Ehrenberg*, l. c. p. 685. [52]) *Ehrenberg*, l. c. p. 697. [53]) *Ehrenberg*, l. c. p. 689.

[54]) *G. R. Treviranus*, Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Bremen. *J. G. Heyse*. 1835—1838. 2. Heft. Neue Untersuchungen über die organischen Elemente des thierischen Körpers und deren Zusammensetzung. 1835. p. 38. 40. 41.

[55]) *Müller's* Archiv 1836. p. 158.

Substanz des Rückenmarks und Gehirns) und weiterhin die Nervenröhren; diesem widerspricht es aber (p. 41), wenn *Treviranus* sagt, „dass die Markcylinder des Gehirns von den Rindencylindern nur den flüssigen Inhalt in sich aufnehmen, da man in ihnen keine noch feineren Cylinder bemerkt, und dass diese feineren sich erst wieder in den Nervenröhren bilden." *Treviranus* nennt die in der Corticalsubstanz des Gehirns der Wirbelthiere sich vorfindenden Cylinder ähnlich denen, die er im Zellgewebe sah und auf ähnliche Weise verschlungen sind. Diese Verschlingung soll, beim Uebergang der Corticalcylinder in die Marksubstanz (weisse Substanz) aufhören, sie sollen hier eine parallele Lage annehmen und als Bündel von beinahe ganz parallelen Fasern in die Nerven übergehen. Bei *Cyprinus Brama* waren die parallelen Cylinder im Innern der Länge nach höchst fein punktirt, so dass man schliessen musste, „sie seien Bündel von höchst feinen, nicht deutlich zu unterscheidenden Corticalcylindern." Die Nerven bestehen (p. 34) aus häutigen, parallelen Cylindern, die eine schleimige Materie zu enthalten scheinen, breiter und fester als die Markcylinder des Gehirns sind. — Auch in den Cylindern der Nerven sehe man zuweilen Streifen der Länge nach herablaufen, wodurch es wahrscheinlich sei, dass sie mehrere, der Länge nach aneinanderliegende Primitivcylinder enthalten. Diese Elementarcylinder massen 0,0013 Millim. in einer Nerven-Primitivfaser von 0,0053 Millim. Breite, in den Spinalnerven einer Carausche, und waren „darmförmig gewunden und untereinander verschlungen." Bei'm Kaninchen massen die Elementarcylinder (p. 40) 0,0016 Millim., die Primitivfasern, von welchen sie umschlossen wurden, massen 0,0099 Millim. (ibid. pag. 40). *Treviranus* beobachtete bei 500-facher Vergrösserung. Weiterhin fand *Treviranus* (pag. 66) im „Brusttheil des Ganglienstrangs der Hornisse, der von einer weiten und schlaffen Haut umgeben ist, die man ohne Verletzung des Inhalts öffnen kann . . . im letzteren, bei 3—500-maliger Vergrösserung, lange, schlaffe, der Länge nach neben einander liegende 0,004 Mm. weite Röhren, die durch feine Fäden unter sich und mit ihrer gemeinschaftlichen Scheide verbunden sind, und in jeder derselben noch feinere ebenfalls der Länge nach fortgehende Cylinder, die einen Durchmesser von 0,001 Millim. haben." Die Umrisse dieser Cylinder treten noch schärfer hervor, sagt *Treviranus*, als im frischen Zustande, wenn man den Ganglienstrang 1—2 Tage in rectificirtem Weingeist liegen lässt. Sowohl die Röhren als die Cylinder bekommen dann eben solche Querrunzeln, wie die Muskelfasern haben, und einerlei Ansehen mit Bündeln der letzteren. „Bei keinem der höheren Thiere sah ich (bemerkt *Treviranus* weiter, p. 67) die innere Structur der Nervenröhren so deutlich, wie in diesem Theil der Hornisse." Man erkennt aus allen diesen Mittheilungen, trotz der erwähnten Widersprüche, dass *Treviranus* Vieles bei 500-facher Vergrösserung gesehen hat und beschreibt, was ich oben als die Elemente des Nervenmarks bezeichnet habe. Man ersieht hieraus ferner, dass *Treviranus* zwar erkannte, dass in dem Innern breiter Nervenfasern feinere röhren- oder cylinderartige, gewundene oder verschlungene Gebilde befindlich seien [56]). Indess ist ihm deren Zusammenhang und Verlauf nicht klarer geworden, wie *Fontana;* und *Treviranus* blieb daher von der Erkenntniss, welche die heutige Anatomie des Nervenmarks bietet, noch eben so weit entfernt, als *Fontana*.

Auch die Abbildungen, welche *Treviranus* giebt [57]), sprechen wenig dafür, dass *Treviranus* eine genauere Kenntniss der Elementarröhrchen des Nervenmarks u. s. w. gehabt habe, als *Fontana*. So bildet er auf Taf. 1, Fig. 6 „Cylinder aus der äusseren Substanz der Wülste, die bei'm Bressem

[56]) Ferner bemerkte *Treviranus* in dem Nervenmark in den Primitivfasern der Hornisse, Biene und allen wirbellosen Thieren bei 3—500-maliger Vergrösserung (p. 63) „zwischen den parallelen längslaufenden Linien, welche zuweilen gekräuselt sind, eine Materie, die meist durchsichtig, oft aber unregelmässige dunkle Querstriche hat und so aussieht, als ob Kügelchen in ihr enthalten wären und (p. 64) bei Insecten hatte er Cylinder, bündelweise vereinigt zu weiteren Cylindern, mit grosser Deutlichkeit gesehen.

[57]) *Treviranus*, Tafeln zur Erläuterung der neuen Untersuchungen über die organischen Elemente der thierischen Körper und deren Zusammensetzungen. Nach des Verfassers Tode herausgegeben von *Ludw. Chr. Treviranus*. Bremen 1838. 8.

(Cyprinus Brama) auf den Wurzeln der Sehnerven liegen, ab. Sie enthalten längslaufende Reihen feiner Punkte und sind ohne Zweifel Bündel von sehr zarten Rindencylindern." Indessen kann man von dieser Abbildung höchstens nur sagen, dass sie ein punktirtes Ansehen der Primitivfasern (Hülle oder Mark) vorstellen, — nichts weiter. Fig. 23. „Cylinder aus dem N. ischiadicus eines Frosches (p. 13) bei 300-facher Vergrösserung. Ausser der Doppelcontour zeichnet *Treviranus* feine Längsstreifen, mit feinen Punkten oder Kreisen untermischt — auch nur eine undeutliche und ungenaue Abbildung. Fig. 24, bei 510-facher Vergrösserung; der ausgetretene Inhalt wird als runde Kügelchen gezeichnet; das faserige Ansehen ist gar nicht vorhanden. Fig. 21 und 22 benutzte aber schon *Treviranus*, um „die Verschiedenheit der Nervencylinder des sympathischen Systems von den Cylindern der Muskelnerven in die Augen fallend" darzustellen. In der That waren *Bidder* und *Volkmann* 1842 nicht weiter gekommen, als damals (1837) *Treviranus*. Fig. 29, eine 510-fache Vergrösserung eines Spinalnerven der Karausche, „deren Inhalt sich deutlich als eine Verbindung von noch feineren Cylindern (pag. 14) zeigt." Diese Abbildung zeigt nur eine unregelmässige Längsstreifung, ein Moiré-artiges Ansehen, und ist geeignet, in die von *Treviranus* gesehenen Cylinder wenig Glauben zu setzen; ob hier die Scheidenoberfläche oder das Innere der Primitivfasern im Focus stand, ist hier zwar nicht zu unterscheiden. Fig. 51, „Nervenröhren aus dem Brusttheile des Ganglienstrangs einer Hornisse, die in Weingeist ähnliche Querfalten bekommen haben, wie die Muskelfasern besitzen", 510-fach vergrössert. „Man sieht an einigen der Röhren Fäden, wodurch sie unter sich und mit der Scheide zusammenhängen, und in ihnen längslaufende Linien, welche die Seiten der in ihnen enthaltenen feineren Cylinder sind." *Treviranus* stellt hier 6 nebeneinanderliegende Nerven-Primitivfasern dar, deren Längs- und Querstreifung so regelmässig ist, überall in rechten Winkeln sich schneidende Linien zeigend, dass man höchstens hier eine schematische, und nur theilweise richtige Skizze annehmen kann, aber keineswegs eine treue Darstellung natürlicher Verhältnisse. Dagegen sind die Fasern, welche *Treviranus* als Verbindungsfasern zwischen Hülle und Nerven-Primitivfasern zeichnet, in ihrem gewundenen Verlaufe übereinstimmender mit dem, was *Fontana* sah und was ich gefunden und bildlich in Fig. 1—3 dargestellt habe. Immerhin war die von *Treviranus* angewandte Vergrösserung noch zu schwach. *Treviranus* [58]) hatte in den härteren Nervenfasern „zwischen dem Inhalt der Cylinder und ihrer äusseren Haut eben so einen leeren Raum, wie zwischen der äusseren Haut und der inneren Substanz solcher Hirncylinder, die fest und weit sind", angenommen. Hier hielt *Treviranus* die durchsichtige Stelle zwischen der Doppelcontour jederseits für einen leeren Raum, wie aus dessen Abbildungen [59]) und der davon gegebenen Erklärung hervorgeht. Die Annahme eines „leeren Raums" in einer Primitiv-Nervenfaser wird aber durch nichts gerechtfertigt. Es muss, nach allem Vorausgegangenen, den Forschungen dieses Beobachters jedenfalls das Verdienst zugestanden werden, dass es durch dieselben immer wahrscheinlicher geworden ist, dass das Nervenmark ein complicirtes Gewebe sei, und nicht eine einfache Flüssigkeit. Mochte er auch das eigenthümliche complicirte Gewebe, welches die Elementarröhrchen im Raume des sogenannten Nervenmarks bilden, nur an den Nerven der Hornisse richtiger erkannt, an denen der Wirbelthiere nicht richtig aufgefasst haben. Jedenfalls sah er schon (bei der Hornisse) die Verbindungsröhrchen zwischen Hülle und Mark, welche in dieser Weise bei den Wirbelthieren selbst *Fontana* nicht gesehen hatte.

Die genauere Beschaffenheit der Elementar-Bestandtheile, welche man in dem Raume oder an der Stelle des sogenannten Nervenmarks gewahrt, kannte auch *Remak* zum Theil im Jahre 1837, und er längnete, dass es eine Flüssigkeit (ölige) sei. Das Nervenmark der Primitivfaser hält nämlich *Remak* [60]) für ein Artefact; er nimmt einen flüssigen, öligen Inhalt der Nervenröhre überhaupt nicht an. „Die kleinen Körperchen, welche beim beginnenden leisen Druck auf das Nervensträngchen her-

[58]) *Treviranus*, Beiträge. 1835—38. 2. Heft p. 38. [59]) *Treviranus*, l. c. Fig. 11 u. 40.
[60]) *Remak*, 1837, *Froriep's* Notizen Bd. III. p. 36—39.

vorfliessen," hält *Remak* für „Theile der Elementarfasern der Primitiv-Faserhülle, welche theils in ihrem Verlaufe zu feinen Knötchen anschwellen, theils an ihrem Rande mit verschieden geformten, meist runden, gestielten Körperchen besetzt sind (p. 38)"; und „die Erscheinung eines Fortrückens des Marks entsteht dadurch (p. 40), dass man die mit einer rauhen Oberfläche versehenen (Elementar-) Röhren unter dem Neurilem fortschieben sieht. Die unregelmässigen kugeligen Massen, die bei stärkerem Druck hervortreten, kommen nicht aus dem lumen der Röhren, sondern aus ihren Zwischenräumen und sind die Reste der zerstörten, leicht zerdrückbaren Röhren (Elementarröhren, Fasern der Hülle), während die festen, jedem Drucke widerstehenden Fasern (Axencylinder) unversehrt zurückbleiben. Es geht auch aus der gegebenen Beschreibung deutlich hervor, dass das Coëxistiren irgend einer Markmasse neben jenem Bande (Axencylinder) in der Röhre nicht gut denkbar ist."

Diese Darstellung *Remak's* enthält viel Wahres, und stimmt in vieler Beziehung mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen überein. *Remak* erkannte — und das ist übereinstimmend mit meinen Untersuchungen — dass die durch Druck aus den Primitivfasern hervorquellende, anscheinend flüssige Masse keine reine Flüssigkeit, sondern eine Anhäufung von zerrissenen feinsten Röhrchen sei; letztere schreibt er der Hülle zu, die damals von *Remak* wohl noch nicht genügend gekannt war, während ich sie aus der Umgebung des Axencylinders herleite. Die Knötchen, welche er an diesen Elementarfasern bemerkte, stimmen mit den von mir gesehenen Erweiterungen und Verengerungen der einzelnen Elementarröhrchen (des Marks wie der Hülle) überein. Darin aber weicht *Remak's* Ansicht von der meinigen ganz ab, dass er der Primitivfaser jeden flüssigen Inhalt abspricht [61]), während ich glaube, dass die feinsten Elementarröhrchen die ölige Nervenflüssigkeit führen, und dass nicht blos der Axencylinder als Inhalt der Nervenröhre ausschliesslich anzusehen sei.

Remak hatte diese Ansicht auch noch später, 1841, wie aus seiner damaligen Darstellung der Histologie der dunkelrandigen Primitiv-Nervenröhren hervorgeht. Er sagt [62]): „Die dunkelrandigen Primitivröhren sind, übereinstimmend mit *Rosenthal's* und *Hannover's* Ansichten, in allen Theilen des Nervensystems im Wesentlichen gleich gebildet. Sie bestehen: „1) aus einer dünnen, durchsichtigen, blassen Scheide (dem Ueberrest der Zellen-Membran); 2) aus der mehr oder weniger dicken, ursprünglich gleichmässigen, das weisse Ansehen der Nerven bedingenden dunklen Medullarscheide, welche im Wasser leicht Rauhigkeiten und Kräuselungen zeigt und das dunkle Ansehen der Primitivröhren hervorbringt; endlich 3) aus der im Innern gelegenen blassen Centralfaser. Diese drei Theile liegen bei erwachsenen Thieren dicht aneinander und sind nur künstlich isolirt darstellbar; bei jungen Säugethieren ist die blasse Scheide an unverletzten Nervenröhren als heller Raum zu beiden Seiten der dunklen Ränder der Medullarscheide wahrzunehmen. Das blasse Band nimmt keinen Theil an den Varicositäten, wie *Hannover* [63]) richtig bemerkt; auch nicht die blasse Scheide, nur die dunkle Scheide wird varicös."

Was *Remak* hier „Medullarscheide" nennt, zählte er früher zur äusseren Hülle. Er sagt aber nicht, woraus diese „Medullarscheide" zusammengesetzt sei, ob er sie für ein Gebilde aus feinsten Fasern hält, oder nicht. Doch scheint die Benennung „Medullarscheide" wohl auf das letztere hinzudeuten. Die „Rauhigkeiten und Kräuselungen," welche *Remak* an diesem Theil im Wasser bemerkte, sind offenbar nichts anders als die Elementarröhrchen des Nervenmarks. *Remak* scheint auch in neuester Zeit eine ölige Flüssigkeit in den Nerven-Primitivfasern überhaupt nicht anzunehmen. Er sagt 1853: „Der Axencylinder liegt an der sogenannten Markscheide, Fettscheide, dicht an und schrumpft, nach

---

[61]) Auch in seinen Observ. anat. 1838. p. 1. § 2, sagt *Remak*: „tubulorum primitivorum contentum .... minime esse massam .... oleosam, vel globulosam, vel .... amorpham, sed fibram solidam etc.; eben so p. 4.

[62]) *Remak*, in *Müller's* Archiv 1841. p. 512. [63]) *Müller's* Archiv 1840. p. 553.

Einwirkung verschiedener Agentien, zu dem Axencylinder der Autoren zusammen[64]." Als Fettscheide des Nervenrohrs betrachtet *Remak* aber [65]) die aus feinsten faserigen Elementen zusammengesetzte Umgebung des Axencylinders, diese aber nicht als Fluidum. Und was *Remak* [66]) von einem öligen Inhalte der Ganglienkugeln sagt, lässt es auch noch unentschieden, was er damit meint. *Remak* sagt hier nämlich: „An den Ganglienkugeln, welche nach der Entdeckung von *Robin* und *Wagner* im Verlaufe der Nervenröhren liegen, verdünnt sich nämlich die dicke Fettscheide des Nervenrohrs, und es lässt sich als Fortsetzung derselben vielleicht nur eine ölige Substanz deuten, welche ich bei frischen Präparaten dicht unter der äusseren Scheide zuweilen gesehen habe." Selbst angenommen, dass *Remak* eine ölige Substanz in den Nervenzellen statuirt, was aus andern Angaben desselben nicht einmal wahrscheinlich ist, so geht hieraus noch nicht hervor, dass er ein solches Fluidum in den Nervenröhren zugiebt. In jedem Falle scheint es mir, dass es unthunlich ist, der Primitiv-Nervenfaser einen jeden Inhalt flüssiger Substanz abzusprechen. Denn in den ausgepressten Theilen des Nervenmarks findet man Tröpfchen, welche nicht anders gedeutet werden können, als ein ölartiges Fluidum, mag dieses auch noch so sehr mit Fragmenten von Elementarröhrchen vermischt sein.

Die feinen, filzartige Verflechtungen bildenden Elementarröhrchen des Nervenmarks (und der Hülle) der Primitiv-Nervenfaser findet man auch schon von *Remak* [67]), dessen bildliche Darstellungen mit grosser Treue ausgeführt sind, so weit solche bei den 2—400fachen Vergrösserungen angefertigt werden können, dargestellt.

Auch eine Mittheilung *Valentin's* deutet schon darauf hin, dass er nahe daran war, die Elemente des Nervenmarks genauer kennen zu lernen. *Valentin* beschreibt „strahlige Büschel" am Ende von Nervenfasern, deren Axencylinder eine Strecke isolirt hervorgetreten war [68]), und bildet solche Fig. 37 ab. Diese Gebilde des Nervenmarks, welche *Valentin* [69]) „bisweilen neben dem fein longitudinal gestreiften Primitivfaserbande, also in dem Rindentheile des Nervenfaser-Inhalts, an dem freien Schnitt- oder Riss-Rande als feine nadelförmige Stäbchen oder Spitzchen" erkannte, hielt *Valentin* sogar „nicht unwahrscheinlich" für „Krystallnadeln der Fettsubstanz des Primitivfaser-Inhalts." *Valentin* sah hier evident die Elementarröhrchen des Marks; seine Darstellung kann zwar nur schematisch genannt werden, und da er bei 340-facher Vergrösserung untersuchte, so konnten die betreffenden Gebilde nicht klar genug von ihm erkannt werden. Auch *Gerber* [70]) erkannte bei starker Vergrösserung bei Lampenlicht innerhalb der scharfen Contouren der Primitivfaser „eine zärtere mit sehr schief stehenden Kegeln besetzte Linie, welche von einem in frischen Nerven thätigen Flimmer-Epithelium (von *Valentin* früher ihm gezeigt) herzurühren scheint, dessen kurze Flimmerkegel auf der Innenwand spiral geordnet zu sein scheinen." (Fig. 88, 4, a, b, und 5, Taf. IV.) *Gerber's* Abbildungen aber zeigen sich höchstens als einzelne Fragmente von Elementarröhrchen (Flimmer-Epithelien werden wohl jetzt von keinem Forscher mehr hier vermuthet) und das spiralige Ansehen derselben ist in der That häufig genug bei den dicken frischen Primitivfasern zu sehen, und gab sowohl *Rosenthal* wie auch *Valentin* die Idee von einem spiralig um die Nerven-Primitivfaser herumlaufenden Gewebe feinster Fasern. *Mulder* [71]) bildet Tab. XVIII. Fig. 182. 183. 184—187 ebenfalls Nervenfasern ab, bei 410-facher Vergrösserung, an welchen allen zu bemerken ist, dass *Mulder* Elementarröhrchen sah, aber nicht deutlich erkannte, z. B. die Längs- und Querstreifen in Fig. 182, das netzartige, wie aus lauter Kügelchen zusammengesetzte Ansehen in Fig. 183 u. s. w. Diese Abbildungen entbehren übrigens der Genauigkeit.

---

[64]) *Remak*, im Bericht über die Wiesbadener Naturforscher-Versammlung, l. c. p. 182.
[65]) *Remak* 1837, *Froriep's* Notizen, l. c. [66]) *Remak*, 1853. l. c. p. 182.
[67]) *Remak*, Observat. anat. 1838. Tab. I. Fig. 1. 2. [68]) *Valentin*, l. c. Handwörterb. d. Phys. v. *Wagner*, p. 690.
[69]) *Valentin*, Repertorium VII. Bd. 1842. p. 114. Note. [70]) *Gerber*, Allgemeine Anatomie etc. Bern, 1840. 8. p. 153.
[71]) *Mulder*, Phys. Chemie, p. 654. Braunschweig, 1844—52.

Die Zusammensetzung des („geronnenen") Nervenmarks „aus einzelnen, unregelmässigen grösseren und kleineren Massen, bei Essigsäurezusatz oft wie aus kleinen isolirten oder netzförmig vereinten Stäbchen" fand auch *Kölliker* [72]); oder „wie zu zierlichen Netzen verbundene" Krümel, bei Behandlung mit Aether [73]). Ich glaube, dass auch diese Erscheinung nur auf die bei solcher Behandlung sichtbar werdenden Elementarröhrchen bezogen und durch sie gedeutet werden kann. Diese Mittheilungen mögen genügen, um darauf hinzudeuten, dass der optische Ausdruck, welchen das sogenannte Nervenmark unter so vielen verschiedenen Verhältnissen bietet, nicht in der gehörigen Weise bisher gedeutet worden ist. Insbesondere aber scheint mir in dem Vorausgegangenen der genügende Beweis enthalten zu sein, dass das Nervenmark in keinem Falle als eine ölige Flüssigkeit ausschliesslich zu betrachten sei. Eine solche Anschauung des Nervenmarks, als eine blosse Flüssigkeit, wird überdiess noch durch manche andre Erscheinungen als unhaltbar documentirt, unter welchen besonders die eine hervorsticht, dass bei der Hervordrängung des Axencylinders aus einer Primitiv-Nervenfaser, in Folge einer Compression der letzteren, stets oder in der Regel ein dickerer oder dünnerer Wulst des Nervenmarks um den Axencylinder an der Gränze der Nervenfaserhülle oder am Schnitt- oder Riss-Ende der Nervenfaser sich bildet. Dieses geschieht vorzugsweise, wenn man nur ein ganz kleines, ½ — 1 Mm. langes Stückchen eines Nervenbündels untersucht, an welchem, nach angebrachtem Druck, die ganze darin enthaltene Strecke des Axencylinders, dem Drucke ausweichend, nach einer Richtung hin vorwärts getrieben wird. Weniger häufig ist dieses der Fall, wenn das comprimirte Stück des Nervenbündels länger ist. In diesem reisst, in Folge des Drucks, nicht die ganze Strecke des in ihm befindlichen Axencylinders ab, und es tritt daher auch oft vom Axencylinder gar nichts hervor, sondern nur das Mark allein tritt aus dem Schnittende heraus, wie bereits *Kölliker* fand, und als Beweis der präformirten Existenz des Axencylinders (s. o.) anführte. Jener Wulst des Nervenmarks, der kegel- oder kranz- oder mützenförmig sich um den Axencylinder an der Austrittsstelle aus dem Schnittende der Primitivfaserhülle herumlegt, giebt sich bei den starken Vergrösserungen als aus lauter Elementarröhrchen des Nervenmarks zusammengesetzt zu erkennen, und erklärt sich einfach daher, dass die vom hervorgetretenen Theil des Axencylinders abgerissenen Elementarröhrchen des Nervenmarks grossen Theils mit nach aussen gerissen wurden, gleichsam aus dem Inneren der Nervenfaser nach aussen gestülpt wurden, und, aus ihren ursprünglichen Verbindungen mit dem Axencylinder durch den Druck abgetrennt, sich hier massenhaft anhäufen, indem die vom sichtbaren Theile des Axencylinders abgerissenen Enden derselben sich zurückziehen und in der Nähe der andern Anheftungspunkte, welche sie noch mit Axencylinder und Mark verbinden, sichtbar werden. Die hier von mir beschriebene Erscheinung ist auch von andern Beobachtern gesehen und bildlich dargestellt, wenn auch nicht genauer beschrieben worden; z. B. von *Remak* 1838, welcher die Erscheinung, dass bei'm Druck auf Primitiv-Nervenfasern an den hervorstehenden Axencylindern fast immer eine Anschwellung (meist conische) des den Axencylinder umgebenden Nervenmarks entsteht, mit folgenden Worten beschreibt [74]): „Illis autem locis, ubi vagina pressionis vi expanditur atque a fibra primitiva solvi incipit, intumescentiae quasi tubulorum nascuntur." *Remak* bildet dieses (Tab. I. Fig. 1 fff.) auch ganz treu ab. Auch *Henle* giebt in seiner Allgemeinen Anatomie, Taf. IV. Fig. 5, bei J, a, eine, im Ganzen genommen getreue, wenn auch mehr im Umriss gehaltene, Abbildung dieses Verhältnisses.

Nach Erwägung aller im Vorausgegangenen gemachten Mittheilungen über die Elemente des Nervenmarks scheint es mir hinreichend gerechtfertigt, wenn ich den Schluss ziehe, dass, so nahe an der Erkenntniss der feineren Structur des Nerveninhalts die genannten Forscher auch waren, sie dennoch die Annahme eines flüssigen Inhalts der Nervenfaser von der genaueren Erkenntniss oder der ge-

---

[72]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. 1855. p. 282. [73]) Ibid. p. 285. 286.
[74]) *Remak*, Obs. anat. p. 60.

naueren Erforschung abhielt. In bezeichneter Weise schlossen mehr oder weniger alle Forscher, seit *Ehrenberg's* Vorgang. Obwohl sie den Inhalt der Nervenfaser, wie z. B. *Bidder* [75]), „krümelig" fanden, die unterbrochenen Contouren des Nervenmarks in ihren Zeichnungen [76]) hie und da richtig angegeben, hielten sie den Inhalt der Nervenröhren dennoch für eine Flüssigkeit [77]), und bezweifelten die Realität der festen Theile, die man am Nerveninhalt unterschieden hatte [78]).

Um die Elemente des Nervenmarks genauer kennen zu lernen, sind, auch durch Untersuchung feiner Querabschnitte der Primitiv-Nervenfasern, von früheren Forschern vor mir Versuche gemacht worden. So von *Purkinje* 1837 [79]). „Bei sehr feinen durchscheinenden Querdurchschnitten durch die Nervenbündel eines frischen Nerven gelang es ihm, die Lumina der elementaren Nervenfädchen zu Gesicht zu bekommen. Es zeigte sich an der äussersten Peripherie eine kreisförmige Doppellinie, entsprechend der umhüllenden Membran des Nervencylinders, welche gefässartig das Nervenmark enthält; dann folgte nach innen zu ein dickerer Kreis, die Schichte des Nervenmarks, und im Centrum eine meistens mehreckige, vollkommen durchsichtige Stelle, die man als den innern Canal des Nervenmarks ansehen konnte. Da jedoch solche gelungene Schnitte nur vom seltenen glücklichen Zufall abhingen, so nahm derselbe gehärtete Nerven zur Untersuchung, wo die feinsten und durchsichtigsten Querdurchschnitte jedesmal mit aller möglichen Sicherheit gelingen. Auch hier zeigten sich im Lumen jedes Nervenfadens gerade dieselben Umrisse." *Purkinje* giebt auch in Fig. 9 der dem Berichte beigedruckten Tafel eine bildliche Darstellung eines solchen Querabschnitts; man sieht hier zwei Nervenbündel, ein grösseres und ein kleineres, resp. ihre Querdurchschnitts-Flächen, bei einer, wie mir scheint, 250 — 300fachen Linear-Vergrösserung. Die Axencylinder-Querdurchschnitts-Flächen erscheinen sternförmig; aber nirgends ist eine — übrigens auch von *Purkinje* nie gekannte — Verbindung mit der Hülle oder Peripherie sichtbar. *Purkinje* hat hier offenbar mehr nur eine schematische Skizze gegeben, und weniger eine treue Darstellung der natürlichen Verhältnisse. Denn man findet auf Querabschnitten niemals die Peripherie der Primitivfaser durch zwei concentrische Kreislinien repräsentirt. Bei der schwachen Vergrösserung, die *Purkinje* anwandte, scheint es nur so auf den ersten Blick. Auch ist die Methode, an frischen und an in Weingeist gehärteten (wahrscheinlich war Weingeist das Härtungsmittel, welches von *Purkinje* nicht speciell angegeben wird) Nerven solche Querabschnitte zu studiren, nicht geeignet, um die richtige Erkenntniss zu erlangen, wie ich selbst einige Jahre später erfahren musste. Ich untersuchte nämlich 1840—1846 häufig die Querdurchschnitts-Flächen von Nerven-Primitivfasern an feinen Querschnitten des in Weingeist gehärteten Rückenmarks [80]). Ich unterschied bei 360facher Vergrösserung „die beiden Contouren, wovon die äussere breiter und ganz schwarz, die innere äusserst fein und weniger dunkel als jene ist. Zwischen beiden Contouren, die unregelmässig rund, oval, oder eckig sind, befindet sich ein ganz heller Zwischenraum. Den die Mitte ausfüllenden Inhalt, welcher von der inneren Contour rings begränzt ist, sieht man als eine graulicher gelbliche unbestimmte Masse." Ich hatte also damals ein gleiches Schicksal wie *Purkinje*, indem es mir nicht gelang, die Verbindung des Axencylinders mit dem Mark und der Hülle zu erkennen. Die Wirkung des Weingeistes auf die Primitiv-Nervenfasern ist um so mehr destruirend, je grösser die erhärtende Wirkung desselben ist. Diese besteht hauptsächlich in der Entziehung des Wassers oder der wässerigen Bestandtheile der Nervenfasern, wodurch letztere nothwendig zusammenschrumpfen. Hierdurch ist aber eine mehr oder weniger bedeutende materielle Veränderung in der Lage und dem gegenseitigen Verhältniss der Moleküle der Primitiv-Nervenfaser bedingt, welche, so weit sie faseriger Art sind, je nach ihrer Richtung bald zusammengefaltet, bald auseinandergerissen

[75]) *Bidder* 1847. l. c. p. 17. [76]) Auch *Bidder* l. c. Taf. I. Fig. 1. [77]) Auch *Bidder* p. 17.
[78]) *Bidder*, l. c. p. 19. [79]) Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Prag. 1838. p. 177.
[80]) S. meine Schrift über den Pons Varolii, 1846. p. 6.

werden müssen u. s. w. Dass unter solchen Umständen die ursprüngliche Verbindung der feinsten Elemente einer Primitiv-Nervenfaser zerstört werden muss, und auf Querabschnitten daher nicht mehr zu erkennen ist, begreift sich von selbst. Ein Gleiches muss ich von späteren Versuchen zur Erkenntniss des Baues der Nervenfaser auf Querabschnitten behaupten; es sind dieses die Versuche von *Stadelmann.*

Stadelmann [81]) fand an Querabschnitten getrockneter und nachher wieder in Wasser aufgeweichter Nerven den Axencylinder ganz entschieden hervorstechend, von wechselnder Form; die Contouren der Faser nicht selten doppelt (extremae lineae sectionum non raro duplices et obscurae). Das Mark oder die Substanz der Faser beschreibt *Stadelmann* als glänzend, nicht körnig, obgleich von rauhem Ansehen. Wenigstens glaube ich, dass dasjenige, was *Stadelmann* [82]) sagt: „substantia splendida, non granosa, quamquam specie nonnihil aspera," auf nichts Anderes als auf den Inhalt der Primitivfaser bezogen werden kann. Mindestens drückt sich *Stadelmann* nicht genauer aus. In den Abbildungen, welche *Stadelmann* (Fig. 5.) giebt, sieht man, neben den verschiedenen Formen des Axencylinder-Querschnitts, nur in einer einzigen Primitivfaser (der grossen mittleren, mit dem sternförmigen Axencylinder) in dem Raume des Nervenmarks einen kleinen Kreis, gleichsam ein Körnchen, gezeichnet; in allen andern ist nichts der Art angegeben. Die Contouren zeigen nur Fragmente einer Doppelcontour, nicht, wie bei *Purkinje*, zwei concentrische vollständige Kreise. Von den in dem Raume zwischen dem Axencylinder und der Hülle (also in dem Raume des Nervenmarks) befindlichen Theilen redet er nicht speciell. Diese Angabe stimmt mit den Resultaten meiner Untersuchungen in so fern überein, als auch ich auf Querabschnitten eine feinkörnige Substanz, d. h. die Querdurchschnittsflächen der Verästelungen des Axencylinders und der Elementarröhrchen des Marks finde. *Stadelmann* fand aber nicht Röhrchen in Continuität zwischen Axencylinder und Hülle, gleich Querfasern, welche Hülle und Axencylinder mit einander verbinden. Dieser Umstand erklärt sich leicht aus der Untersuchungsmethode *Stadelmann's,* welcher seine Querschnitte von getrockneten Nerven- und Rückenmarks-Stücken nahm, und solche nachher mit Wasser aufgeweicht der mikroskopischen Untersuchung unterwarf. Es erklärt sich leicht, dass ein Nerv durch das Eintrocknen seine Elementarstructur einbüssen muss, indem durch das Verdunsten der Flüssigkeit der Nerv zusammenschrumpft, die Verhältnisse seines Volumens an allen Stellen seiner Masse bedeutend verändert und verringert, wodurch die feinen Röhrchen und Fasern nothwendig aus ihrer gegenseitigen Lage und Verbindung herausgerissen und daher zerstört werden müssen.

Feine Querabschnitte von Nervenfasern machte auch *Rosenthal* [83]) an mit Holzessig behandelten und dann getrockneten Nerven. Diese Untersuchungen sind zwar nur oder hauptsächlich angestellt worden, um die verschiedene Menge und Dimension der Primitivfasern in verschiedenen Nervenwurzeln kennen zu lernen. Für die Erkenntniss des feineren Baues der Primitivfaser lieferten diese Untersuchungen auch keine weiteren Beiträge. Es muss von dieser Untersuchungsmethode dasselbe gesagt werden, was von derjenigen *Stadelmann's.* Das Behandeln der Nerven mit Holzessig, wodurch der Nerveninhalt durchsichtiger wird, muss überdies der Erkenntniss des feineren Baues mehr hinderlich als förderlich erscheinen.

Auch *Mulder* [84]) bildet bei 410-facher Vergrösserung die Querdurchschnittsflächen von (fünf) Nerven-Primitivfasern ab, jede aus vier in einander eingeschlossenen Cylindern bestehend, nämlich in Form vier concentrischer fast kreisförmiger Linien. *Mulder* giebt in der Erklärung (p. 656, Note) der

---

[81]) *Stadelmann*, Sectiones transversae partium elementarium corporis humani, diss. inaug. 8. Turic. 1844.

[82]) *Stadelmann*, l. c. p. 17.

[83]) *D. Rosenthal*, de numero atque mensura microscopica fibrillarum elementarium systematis cerebro-spinalis symbola. Vratislaviae 1845. 4.

[84]) *Mulder*, Physiol. Chemie, p. 684. Taf. XVIII. Fig. 181. Braunschweig 1844—52. 2. Bd.

Abbildung an, dass die Nerven vom ischiadicus des Menschen, getrocknet und dann quer durchschnitten waren; in jedem Fall ist diese Abbildung unrichtig, selbst als schematische Skizze unrichtig, und aus oben angeführten Gründen konnte auch *Mulder* bei seinem Verfahren die Structur der Primitiv-Nervenfaser nicht genauer erkennen.

Das Nervenmark auf Querabschnitten untersuchte auch noch *Owsjannikow* [85]); insbesondere untersuchte er die grossen *Müller*'schen Fasern in dem in Chromsäure gehärteten Rückenmarke von Petromyzon fluviatilis. Er beschreibt [86]) den Anblick ihrer Querdurchschnittsflächen mit folgenden Worten: „lumina, orbium adinstar rotunda ... quorum luminum alia omnino pellucida atque perspicua, i. e. vacua sunt, alia massis quibusdam acidi chromici effectu colore subflavo tinctis impleta cernuntur, quae massae non sunt nisi axis cylindrorum iis inclusorum segmenta transversa. vel fibrae quae vocantur *Müllerianae*. Quae fibrae et ipsae, quamquam a *Müller* taeniae leves dicuntur speciem rotundam prae se ferunt. Ceterum eas interdum in segmentis transversis formam angulosam quin etiam stellis similem induere posse haud negaverim. Verumtamen haec fibrarum species non est nisi arte producta, quippe quae nobis in iis tantum casibus offeratur, in quibus fibrae nimia acidi chromici efficacia sunt corrugatae.“ — Die Beschreibung ist im Allgemeinen und Groben ganz gut. Die „lumina vacua“ sind solche, aus denen der Axencylinder bei der Präparation herausgegangen ist, oder wo der Stumpf des Axencylinders bei'm Schnitt am Rückenmarke sitzen oder haften blieb. Die „massae colore subflavo tinctae“ sind allerdings die Axencylinder; und zwar bieten sie alle möglichen Formen, je nach dem Winkel, in welchem der Querschnitt die Faser traf. Dass die runde Form normal, die eckige dagegen Härtungsproduct sei, lässt sich daher nicht sagen. Dass durch Chromsäure „fibrae corrugatae“ erzeugt würden — ist eine um so weniger haltbare Hypothese, als die Chromsäure ja gerade deshalb gerühmt wird, dass sie die Fasern unverändert lässt. Wenn aber *Owsjannikow* sagt: „Massae aequabilis, qua fibrae hae consistunt, pars media paulo fusciorem se exhibet“, so bezeichnete hier *Owsjannikow*, ohne es aber zu wissen, das Centralrohr des Axencylinders. Es ist aber *Owsjannikow* nicht gelungen, die Verbindungstheile des Axencylinders und der Nervenfaserhülle zu sehen, wie ich das beschrieben und Fig. 9, Taf. I. abgebildet habe, weil *Owsjannikow* mit zu schwachen Vergrösserungen arbeitete, oder weil seine Abschnitte eine nicht genügende Feinheit hatten.

Ausser bei Petromyzon hatte auch bei andern Fischen *Owsjannikow* keinen besseren Erfolg. Die Querdurchschnittsfläche einer Primitiv-Nervenröhre bei Fischen beschreibt *Owsjanninow* l. c. p. 29: „In media nervorum dissectorum parte [87]) plerumque punctum plus minusve subflavum, quod non est nisi segmentum axis cylindrati acido chromico colore magis minusve intenso imbuti deprehendimus, nervorum medullâ, quae orbis fusci latique speciem prae se fert, circumdatum.“ Den dunkleren Axencylinder beschreibt *Owsjannikow* richtiger; die medulla nervorum kannte er aber nicht genauer.

Das Studium des feineren Baues des Nervenmarks, resp. der Primitiv-Nervenfaser ist auch auf feinen Längsabschnitten bereits früher versucht worden. So hatte schon *Purkinje* [88]) sich hiermit beschäftigt. *Purkinje* fand Folgendes: „Wenn man einen dünnen Längenschnitt der gehärteten Nerven betrachtete, so zeigte sich hier mitten im Nervenmark ein dünner durchsichtigerer Streifen. Aehnliches sah man an den aus den Schläuchen der Elementarfäden durch Quetschung hervordringenden, cylindrischen Markfäden.“ *Purkinje* bildet [89]) sieben solcher Axencylinder mit umgebender Markmasse ab. Er wandte aber auch hier eine zu geringe Vergrösserung an (höchstens 360), um den feineren Bau

[85]) *Owsjannikow*, diss. inaug. de textur. medull. spin. imprimis in piscibus. Dorpat 1854.

[86]) *Owsjannikow*, l. c. p. 21.

[87]) *Owsjannikow* versteht unter „nervorum“ die einzelnen Primitivröhren.

[88]) *Purkinje*, 1836. Bericht über die Prager Naturforscher-Versammlung, 1837, l. c. p. 177. 178.

[89]) *Purkinje*, l. c. Fig. 10.

dieser Theile erkennen zu können, und seine Untersuchungen blieben daher, in Beziehung auf die Elementarstructur des Nervenmarks, ohne genügendes Resultat.

Nicht besser erging es mir selbst einige Jahre später bei der Untersuchung der Nerven-Primitivfasern in feinern Längsabschnitten aus dem in Weingeist gehärteten Rückenmarke [90]). Ich fand bei 200-facher Vergrösserung an jeder Primitivfaser „eine unregelmässige dunkle doppelte Contour an beiden Seitenrändern, den helleren Inhalt getrübt und geronnen, in einzelne grössere oder kleinere rundliche oder eckige Massen verwandelt, die wie unregelmässige Crystallisationen theils in der Mitte (Axencylinder, Canal) jeder Primitivfaser liegen, theils an den Seitenrändern (der Hülle) Hervorragungen bilden" u. s. w. Es bedarf keiner speciellen Auseinandersetzung, um zu zeigen, dass auch diese Versuche zu unvollkommen waren, um ein nur halbwegs genügendes Resultat zu liefern.

c. Die sogenannte Gerinnung des Nervenmarks betreffend.

Auch alle die Veränderungen und Erscheinungen, welche an einer frischen Nervenfaser, die durch die Einwirkung der Luft, des Wassers, der veränderten Temperatur u. s. w. in Folge ihrer Isolirung aus ihren natürlichen Verhältnissen sich bilden, unter dem Mikroskope nach und nach beobachtet werden können, stimmen mit demjenigen überein, was im Vorausgegangenen von mir mitgetheilt worden ist. Ich führe nur dasjenige an, was einer unserer sorgfältigsten Beobachter hierüber mittheilt. *Henle* [91]) sagt: „Wenn sich in dem Marke der Nervenröhren die beiden den Rändern parallel laufenden Linien gebildet haben, so schreitet die Veränderung nach innen weiter fort, um so rascher, je weniger eiweisshaltig und je kälter das Wasser, womit die Nervenröhren befeuchtet werden ... Zuerst, wie man an stärkeren Röhren beobachten kann, bilden sich scharf und dunkel begränzte grössere und kleinere Kügelchen (Fig. 5. H, d d, c), frei oder durch einen Stiel in die Substanz übergehend, welche zwischen den parallelen Linien des Randes eingeschlossen ist; sie bilden sich am ganzen Umfang der Nervenröhre, daher sie unter dem Mikroskop längs den Rändern oder auch mitten auf der Fläche derselben erscheinen. Die Kügelchen fliessen zu unregelmässigen Figuren zusammen (B); der dunkle Rand wird dadurch breiter, schreitet von allen Seiten gegen die Axe vor, und füllt endlich die ganze Röhre aus (D. c.). Er ist von Körnchen und unregelmässigen Linien durchzogen, die sich allmälig mehren, wodurch das Nervenmark ein granulirtes Ansehen erhält (E). Die gleichen Veränderungen erfolgen, nur viel schneller, am Nervenmarke, wenn es am Schnittende oder durch einen Riss aus der Scheide quillt (I. a. E. b.) .... Dieselben Veränderungen beobachtet man auch an feineren Nerven, jedoch weniger deutlich ...."

Was *Henle* hier als Kügelchen beschreibt, und als solche zeichnet, sind helle Räume, die durch eine gewundene Strecke von Elementarröhrchen umgränzt werden; bei einer 400maligen Vergrösserung scheinen in der That dunkle vollständige Kreise in ungetrennter Continuität vorhanden zu sein, oder scharfe Begränzungen in Kreisform, welche bei Anwendung von 700—900facher Vergrösserung auf das Evidenteste ihre Discontinuität und die Abweichung von der Kreisform zeigen, und sich als die gewundenen Elementarröhrchen documentiren, welche die mannigfaltigsten Figuren zu bilden oder zu umgränzen den Anschein geben, sobald man nicht jedes einzelne genauer verfolgt. Uebrigens sieht man an *Henle's* Abbildung (Tab. IV, Fig. 5. H.) eine ganz treue Darstellung, so weit eine 200—400fache Vergrösserung sie zeigt, die Unterbrechung der Doppelcontour, deren bifurcatorische Theilung an manchen Stellen etc. Der „Stiel" der angeblichen Kügelchen ist gleichfalls nur eine kleine Strecke eines Elementarröhrchens. Eine gleiche Deutung muss ich den „unregelmässigen Figuren" und den „unregelmässigen Linien" geben, welche *Henle* sehr naturgetreu beschreibt. Dass sich

---

[90]) S. meine Schrift über den Pons Varolii. 1846. p. 5.

[91]) *Henle*, allgemeine Anat. p. 624.

alle diese Veränderungen von der Peripherie der Nervenfaser gegen deren Axe oder Centrum hin allmälig ausbilden, erklärt sich daher, dass die Einwirkung der äusseren Luft etc. sich nothwendig in den ihr am meisten ausgesetzten Elementarröhrchen früher zeigen muss, als in den nach innen liegenden, also vor deren Einwirkung theilweise mehr geschützten, wie dieses auch *Henle* [92]) anführt, indem er sagt: „Vielleicht ist auch die schnelle Gerinnung an der Oberfläche eben die Ursache, dass das Innere der Einwirkung der Stoffe, die die Coagulation bewirken, entzogen wird." Dass selbst in Weingeist einzelne Primitivfasern „nicht durch und durch, sondern nur schwach peripherisch coaguliren, in ihrem centralen Theile dagegen hell bleiben", leitet auch *Valentin* davon ab, dass „das vollständige Eindringen der schädlichen coagulirenden Potenzen gehindert" wird [93]). Indessen glaube ich, dass hier wohl *Valentin* zu weit geht; das Gewebe des Axencylinders kann in Weingeist sich auch anders wie das Nervenmark in Bezug auf seinen optischen Ausdruck verhalten, ohne deshalb unverändert durch die Weingeistwirkung zu sein.

Die Hypothese von der „Gerinnung des Nervenmarks" finde ich bereits bei *Leeuwenhoek*. [94]). Er sagt: „Haec duo globulorum parvorum genera credere mihi licebat ex minutis vasculis, quae laeseram forte rumpendo profluxisse, et horum quosdam in vivo animali fuisse materiam tenuem fluidamque, qua nunc in vasculis frigefacta ac immota reddita, crassiusculas illius partes coactas, hoc modo, quosdam enumeratorum globulorum produxisse." Aehnliches sagt *Leeuwenhoek* p. 48. 49. Diese Ansicht hat sich bis auf die neuesten Zeiten unter den Forschern erhalten, obwohl nicht ein einziger gewichtiger Grund dafür spricht, dass hier wirklich ein der Gerinnung flüssigen Fettes durch Kühlerwerden desselben analoger oder gleicher Vorgang Statt findet. Der Vorgang ist uns vielmehr noch gänzlich unbekannt, welcher die im Leben durchsichtigen Theile der Nervensubstanz (auch der Retina) nach und nach undurchsichtig werden lässt, um so mehr, je länger sie aus dem lebenden Körper entfernt und den Einwirkungen der Kälte der äusseren Luft u. s. w. ausgesetzt werden.

Auch *Hannover* [95]) hält die Bezeichnung: „Gerinnung des Nervenmarks" für unpassend oder nicht richtig bezeichnend.

Dass die sogenannte „Gerinnung des Nervenmarks" nicht mit der Gerinnung des gewöhnlichen thierischen Fettes zu identificiren sei, möchte aus dem Umstande hervorgehen, dass der markige Inhalt in Nerven 5—8 Tage nach dem Tode des Thieres wieder flüssiger wird, wie schon *Leeuwenhoek* beobachtete, und nach ihm manche andere Beobachter sahen, z. B. *Bidder* [96]). Die beginnende Fäulniss wirkt also eine Verflüssigung des Nervenmarks [97]); an dem geronnenen gewöhnlichen thierischen Fette beobachtet man kein Flüssigerwerden in der gedachten Zeit nach dem Tode, oder nach dessen Entfernung aus dem lebenden Körper. *Mulder* [98]) verwirft ebenfalls die Annahme einer „Gerinnung", und glaubt, dass die Hauptbestandtheile der Nervensubstanz (Fett, Eiweiss, Wasser), im Leben gleichförmig gemengt, sich nach dem Tode scheiden; diese Veränderung (p. 656) sei kein Gerinnen, sondern eine wahre Scheidung, gleich dem Aufsteigen des Rahms in der Milch bei'm ruhigen Stehen. — Indessen ist auch diese Ansicht von der Annahme einer „Gerinnung" kaum verschieden, und ich glaube im Vorausgegangenen Thatsachen genug angeführt zu haben, welche *Mulder's* Ansicht widerlegen. —

---

[92]) *Henle*, l. c. p. 628. [93]) *Valentin*, Repertorium. V. 1840. p. 97.

[94]) *Leeuwenhoek*, Anatomia seu interiora Rerum cum animatarum tum inanimatarum, ope et beneficio exquisitissimorum Microscopiorum detecta, variisque experimentis demonstrata etc. etc. ab *Antonio a Leeuwenhoek*. Lugduni Batavorum, apud *Cornel. Boutesteyn*. 1687. 4. p. 38. 39.

[95]) *Hannover*, Recherches, 1844. p. 30.

[96]) *Bidder*, Verh. d. Nervenkörp. zu den Nervenfasern. 1847. p. 16. Note.

[97]) Ob durch die Fäulniss die Elementarröhrchen zerstört werden, und ihr Inhalt dann frei wird, — lasse ich dahin gestellt.

[98]) *Mulder*, physiol. Chemie, Braunschw. 1844—1852. p. 655.

Die Ansicht von der „Gerinnung“ des Nervenmarks hat sich, wie mir scheint, auch deshalb bis in die neuesten Zeiten unter den Forschern erhalten, weil man glaubte, dass der Hauptbestandtheil der Nervensubstanz, resp. des Contentums der einzelnen Primitivröhren (oder des Nervenmarks), als „Fett“ angesehen werden müsse. Ich will mich absichtlich hier nicht auf das Feld der Controversen der analytischen Chemie der Nervensubstanz einlassen; ich will nur so viel bemerken, dass die verschiedenen Methoden, welche man zur Erforschung der einzelnen Bestandtheile des Nervensystems angewendet hat, bis jetzt noch weit davon entfernt sind, genügende Resultate zu geben. Das Haupthinderniss der Erkenntniss besteht darin, dass es nicht möglich ist, die einzelnen gesonderten Theile des Nervensystems — unvermischt mit nicht nervösen Theilen — der chemischen Analyse zu unterwerfen. Untersucht man weisse oder graue Hirnsubstanz, so untersucht man, ohne das verhindern zu können, zu gleicher Zeit Blut, Blutgefässe, Zellstoff u. s. w., und wie bedeutend der Reichthum an diesen Theilen im Nervensystem ist, das braucht nicht erst hervorgehoben zu werden. Untersucht man mikrochemisch einzelne Primitiv-Nervenfasern, so hat man es wiederum nicht mit einzelnen gesonderten, unvermischten, isolirten Theilen zu thun, sondern — gleichzeitig mit den flüssigen Theilen einer Nerven-Primitivfaser untersucht man — ohne es verhindern zu können — auch die festeren Gebilde. Statt des ausgepressten, für ein homogenes Fluidum fälschlich angesehenen „Nervenmarks“ untersucht man die feinsten Elementarröhrchen sammt ihrem Inhalte; statt des Axencylinders, den man bisher als ein einfaches Gebilde, als aus einem einzigen chemischen Element gewissermaassen zusammengesetzt betrachtete, untersucht man drei verschiedene Röhren, welche wiederum aus den feinsten Elementarröhrchen zusammengesetzt sind, in deren Höhlungen hinwiederum eine Flüssigkeit enthalten ist. Nicht minder untersucht man in der sogenannten „Hülle“, statt eines einfachen Elements, wiederum nur eine Masse von Elementarröhrchen, welche flüssige Theile einschliessen. Ich sehe vorerst daher nur die Wahrscheinlichkeit, dass eine mikrochemische Analyse bei den allerstärksten Vergrösserungen, welche allein mir von Werth zu sein scheint, zu einem sicheren Resultate führen dürfte, wenn erst bessere Untersuchungsmethoden überhaupt aufgefunden worden sind. Bis jetzt aber sind aus genannten Gründen alle die Angaben der analytischen Chemie ohne sicheren Halt; und daher konnte es kommen, dass einzelne Forscher, z. B. *Mulder* [99]), den Axencylinder für reines Fett hielten, während Andere, z. B. *Rudolph Wagner*, ihn für Eiweiss erklärten, und noch Andere, wie *Lehmann* und *Kölliker*, wieder annahmen, derselbe bestehe aus einer vom gewöhnlichen Faserstoff und vom Muskelfaserstoff verschiedenen Protein-Verbindung [100]).

d. Die Existenz oder das Vorkommen des Nervenmarks im Allgemeinen betreffend.

Es bleibt mir noch übrig, Einiges in Bezug auf die Existenz des Nervenmarks, als eines constanten Elementes aller Nerven-Primitivfasern anzufügen. Bekanntlich hat *Stannius* 1850 [1]) die Behauptung aufgestellt, dass „der wesentliche Unterschied zwischen den Nervenfasern von Petromyzon und denjenigen der höheren Wirbelthiere darin bestehe, dass jene keinen öligen Inhalt und überhaupt keinen flüssigen Inhalt haben, dass ihre Markmasse vielmehr bei Behandlung des Nerven mit Wasser als ein ganz homologes, festes Band erscheint“ (p. 87), und *Stannius* meinte deshalb als „unzweifelhaft annehmen zu können, dass das Nervenmark des Petromyzon dem Axen-

---

[99]) *Mulder* (l. c. p. 655) hielt den Axencylinder für Fett, welches durch Wasser u. s. w. aus dem „homogenen“ Inhalt der Primitivfaser sich trennt, in der Art, „dass eine Menge Kügelchen zusammenfliessen, den mittleren Theil einnehmen (Fig. 182. b) und ihm Durchsichtigkeit ertheilen, während eine eiweissartige Substanz als dicke Schicht sich an die Innenwand der Scheide legt,“ eine Ansicht, welche durch die vorausgegangenen Mittheilungen nicht gerechtfertigt erscheint.

[100]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. p. 286.

[1]) S. *Rud. Wagner's* neurol. Untersuchungen. 1854. p. 85 u. ff.

cylinder der Nerven höherer Thiere entspricht" (ibid.). Nach den Ergebnissen vieler Untersuchungen, welche ich an den Nervenfasern von Petromyzon angestellt habe, muss ich behaupten, dass auch die Nervenfasern bei Petromyzon Nervenmark besitzen, wie die Fasern anderer Fische und höherer Wirbelthiere. Die Röhrchen in dem Raum des sogenannten Nervenmarks bei Petromyzon fluviatilis sind aber die feinsten und zartesten, welche ich bis jetzt gefunden habe, an den breiten wie an den schmalen Fasern dieses Fisches, sie sind meist unmessbar. Aus diesem Grunde — so scheint es mir — kommt es auch, dass bei'm Druck auf eine solche Faser nicht eine ölige Flüssigkeit hervorquillt, sondern die Markmasse ohne frei werdendes Contentum der einzelnen Elementarröhrchen. Dieses fand denn auch zuerst *Stannius* 1850 [2]); er beschreibt die „bei Anwendung stärkeren Drucks" aus der Querdurchschnittsfläche hervortretende Markmasse als „ein Klümpchen graulicher feinkörniger Masse", welche „Aehnlichkeit mit der den Kern eines Ganglienkörpers umgebenden Masse" habe. Wenn *Stannius* hieraus aber folgert, dass dieser Nervenfaser ein tropfbar flüssiger Inhalt überhaupt abgehe, so kann ich ihm nicht beipflichten. Der Inhalt fehlt darum noch nicht, weil er meist in den feinen Elementarröhrchen zurückbleibt und nicht frei heraustritt; ob hier die Capillarattraction, oder ein anderer Grund das Austreten verhindert, wage ich noch nicht zu entscheiden. Bei Anwendung höchster Vergrösserungen sieht man aber nicht selten an der Querdurchschnittsfläche einer Nervenfaser, oder deren abgerissenem Ende, allerdings kleine Tröpfchen einer ölartigen Flüssigkeit. Die Identificirung des Axencylinders bei Petromyzon mit dem Nervenmark in den Nerven höherer Thiere, und vice versa, wie *Stannius* verlangt (p. 88. 89), kann ich daher nicht zugeben.

Ich gehe nun in der Vergleichung der von mir erlangten Resultate mit den bisher aufgestellten Ansichten in Bezug auf den Bau der Nerven-Primitivfaser zu dem letzten Theile meiner Aufgabe über und betrachte die Differenzen beider, so weit solche

3) den Axencylinder betreffend — am auffallendsten sind.

In der Geschichte der Histologie der Primitiv-Nervenfaser ist wohl kein Theil derselben der Gegenstand so vieler Controversen gewesen, als gerade der Axencylinder. Ich will daher einen flüchtigen Ueberblick der Geschichte dieses Gebildes vorausgehen lassen, um hieran die genaueren Besprechungen über die Histologie des Axencylinders anzuknüpfen. Nachdem *Fontana* 1781 den Axencylinder zuerst gesehen und beschrieben hatte, kam dies Gebilde in gänzliche Vergessenheit, und als *Ehrenberg* 1833—1834 durch seine Epoche machenden Untersuchungen die Elementargebilde des Nervensystems um einen bedeutenden Schritt der Erkenntniss näher geführt hatte, war *Fontana's* Anschauung des Axencylinders längst für einen Irrthum angesehen und vergessen, und die, schon 1684 von *Leeuwenhoek* aufgestellte, Ansicht, dass die Nervenfasern Röhren mit flüssigem Inhalt seien, auf eine, wie es schien, unerschütterliche Basis gestellt. Die classische und berühmte Arbeit *Valentin's* von 1836, über den Verlauf und die Endigungen der Nerven, lieferte hierzu noch die umfassendsten Beiträge. Als daher *Remak* in den Jahren 1836—1838 den Inhalt der Nerven-Primitivfaser für einen soliden Theil erklärte, für ein plattes Band, so hatte er, ganz entgegengesetzt den damals bekannten Ansichten oder gültigen Annahmen, eine neue Anschauung von dem Inhalt der Nerven-Primitivfaser erlangt, und *Remak* gebührt daher unzweifelhaft die Ehre der Entdeckung des Axencylinders nach *Fontana* mindestens in einem eben so hohen Maasse, als *Ehrenberg* die Ehre der Wiederentdeckung der röhrigen Beschaffenheit der Primitiv-Nervenfasern nach *Leeuwenhoek* zuerkannt worden ist. Nach *Remak* lieferten 1839 *Purkinje* und *Rosenthal* die folgenden Beiträge zur Kenntniss des Axencylinders. *Hannover* und *Joh. Müller* schlossen sich 1840 an *Remak's* Ansichten an. *Stannius*, *R. Wagner*, *Kölliker* u. A. brachten später immer mehr Beweise zu der jetzt fast allgemeinen Anerkennung des Axencylinders als eines präformirten besonderen Gebildes einer jeden Primitiv-Nervenfaser.

---

[2]) S. *Rudolph Wagner's* neurol. Unters. 1854. p. 86.

Dagegen wurde die Existenz des Axencylinders als präformirten Gebildes von eben so bedeutenden Forschern bezweifelt. *Valentin* [3]) und *Henle* [4]) hielten den Cylinder axis für eine nicht immer vorkommende, oder secundäre, erst im Tode entstandene Bildung, und sahen ihn als den nicht geronnenen, veränderten Theil des im Leben homogenen Inhalts der Nervenröhren an. Den Axencylinder hielt *Valentin* auch noch 1841 [5]) nicht für ein präformirtes Gebilde der Primitiv-Nervenfaser, sondern für die Folge des „Gerinnungsprozesses" des Inhalts, von welchem *Valentin* sagt, dass er „milchweiss und halb durchsichtig sei, das Rohr der Begrenzungshaut gleichförmig ausfüllt und keine Differenz zwischen einem peripherischen und einem centralen Theile zeigt." Bei dem „Gerinnungsprocess" hat, nach *Valentin*, „offenbar aber der peripherische Theil des Inhalts eine grössere Neigung zu gerinnen, als der centrale, der bisweilen weicher bleibt, ja durch Wassereinsaugung noch weicher werden zu können scheint, bisweilen dagegen umgekehrt eine solidere Consistenz darbietet," daher es denn komme, dass man „eine peripherische oder Rinden- und eine Axen-Substanz unterscheiden kann." *Valentin* beschreibt drei verschiedene Formen, unter denen sich diese „Axenmasse" darstellt. 1) als blasses, feinstreifiges, schmales, bandförmiges Gebilde, das oft peitschenförmig aus dem Centrum der verletzten Primitivfaser hervorragt, oder daraus ganz gesondert hervortreten kann (Primitivband *Remak's*); 2) als breitere, hellere Axenmasse, die am Ende des Bruchrandes auch eine Strecke weit hervortreten kann, nicht so blass als das Primitivband, gar keine oder entferntere und unregelmässige Streifen besitzt (*Purkinje-Rosenthal's* Axencylinder), oder varicöse Anschwellungen und Verdünnungen seines Durchmessers zeigt; 3) als unregelmässige, von einander abstehende, längliche Gebilde, welche vielleicht Veränderungen der Form Nr. 2. sind. An den meisten Primitivfasern jedoch bemerke man keinen von diesen dreifach verschiedenen Theilen,. wahrscheinlich weil sie entweder zu wenig oder zu stark, bis zum Zerfallen, geronnen sind." Indess gesteht doch *Valentin* zu, dass „die Axe des Nerveninhalts auch im naturgemässen Zustande eine etwas andere Beschaffenheit als die Marksubstanz hat" p. 690. *Valentin* [6]) modificirte diese Ansicht später, und hält die Betrachtung des Axencylinders als nicht geronnenen Theil des Nerveninhalts nur auf die Fälle anwendbar, wo dieselbe eine geringere Consistenz habe als die Rindensubstanz [7]), in den anderen, selteneren Fällen, wo derselbe fest sei, müsse ein Consolidationsprocess des Innern der Nervenröhren angenommen werden, und da derselbe immer nur im Centrum auftrete, so müsse hier eine bestimmte Geneigtheit zu dieser Bildung vorhanden sein. Wenn daher auch frische unveränderte Primitivfasern keinen Unterschied von Mark und Rinde darbieten, und wenn daher die künstliche Entstehung der Centralgebilde angenommen werden könne, so scheine doch die Existenz des wahren Primitivbandes darauf hinzudeuten, dass wenigstens in einzelnen Nervenfasern ein materieller Unterschied zwischen Centrum und Peripherie existire [8]).

R. Wagner [9]) schloss sich anfangs *Valentin's* Ansichten ziemlich an, indem er an den ganz frischen Primitivfasern blos eine homogene Markmasse und eine Scheide annimmt, aber auf der andern Seite auch der Meinung ist, dass die durch Wasserzusatz etc. sich rasch bildenden Veränderungen nur den Ausdruck einer ursprünglich angelegten organischen Structurverschiedenheit und chemischen Differenz der Nervensubstanz innerhalb der Faser bilden. Später aber — nachdem *Stannius* bei Petromyzon das Nervenmark geläugnet und den Axencylinder bei Petromyzon mit dem

[3]) *Valentin*, Repert. 1838. 76; 1839. 79. [4]) *Henle*, *Müller's* Archiv 1839. p. 173. 174. Allgem. Anat. 1841.
[5]) „Gewebe" in *R. Wagner's* Handwörterb. d. Phys. I p. 689. 690.
[6]) Repert. 1841. p. 97; 1842. 114.
[7]) Er hat aber doch stets eine grössere Consistenz als die sogenannte Rindensubstanz.
[8]) Hiermit giebt *Valentin* gewissermaassen — wenn auch nur für einzelne Fasern, was aber nicht gerechtfertigt ist, — die präformirte Existenz des Axencylinders zu, wenn er auch dessen materielle Eigenschaften anders als *Remak* und die übrigen Forscher ansieht. [9]) Götting. Anz. 1850. Nr. 4. u. a. a. O.

Nervenmark der Primitiv-Nervenfasern bei höheren Wirbelthieren in Parallele gesetzt hatte [10]) — hielt auch *Wagner* den Axencylinder für das wesentlichste Gebilde einer Nervenfaser [11]).

Bidder und *Volkmann* [12]) betrachteten 1842 den Axencylinder einfach als secundäre Bildung; auch *Bidder* [13]) eben so mit grosser Bestimmtheit noch 1847. Indessen ist auch *Bidder* von seiner Negation des Axencylinders zurückgekommen, und seit den Untersuchungen am Nervensystem von Petromyzon, welche *Stannius* veröffentlichte, hat *Bidder* in einer Reihe von Dissertationen seiner Schüler *(Owsjannikow, Kupffer, Schilling, Metzler)* den Axencylinder als den wesentlichsten Theil einer Nerven-Primitivfaser anerkannt; er hält z. B. bei Petromyzon die Fasern der weissen Substanz des Rückenmarks für nichts anders als nackte Axencylinder; die Fortsätze der grossen Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks ebenfalls nur für nackte Axencylinder. *Mulder* [14]), *Donders* und *Moleschott* [15]) hielten den Axencylinder für Fett, doch ohne genügende Gründe; und seit *Kölliker* das constante Vorkommen des Axencylinders in allen Nerven schärfer als die übrigen Beobachter hervorgehoben (1850—1854), steht wohl jetzt der Axencylinder als ein von fast allen Forschern anerkanntes präformirtes Gebilde einer jeden Primitiv-Nervenfaser da. Nur *Henle* bleibt daher in neuerer Zeit als Hauptgegner dieser Annahme anzusehen; seine Gründe werde ich weiter unten anführen und einer ausführlicheren Prüfung unterwerfen.

Ich theile nun die jetzt wohl als allgemein gültig betrachtete Anschauung über den Axencylinder mit, und zwar mit den Worten *Kölliker's*. *Kölliker* sagt: „Die centrale oder Axenfaser der Nervenröhren (Primitivband oder Primitivschlauch, *Remak;* Cylinder axis, *Purkinje*) ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser (bandartig), welche an unveränderten ganzen Nervenröhren eben so wenig als die Scheide sich erkennen lässt, da sie rings vom Mark umflossen ist und das Licht gerade eben so bricht, wie dieses; dagegen leicht zum Vorschein kommt, wenn man die Nervenröhren zerreisst, oder mit verschiedenen Reagentien behandelt, und sich so theils im Innern der Röhren, theils isolirt, als ganz constantes Gebilde erkennen lässt. Im natürlichen Zustande ist dieselbe blass, meist homogen, seltener fein granulirt oder fein streifig, von geraden, resp. parallelen, hie und da unregelmässigen, blassen Contouren begränzt, und meist überall von gleicher Dicke; hie und da auch stellenweise dicker oder schmäler (p. 285), jedoch nie mit Varicositäten; gebogen, leicht wellenförmig gekrümmt, mit unregelmässiger, selbst zackiger Contour (p. 285); sie zeichnet sich vor dem Nervenmark besonders dadurch aus, dass sie, obschon weich und biegsam, doch nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest ist, etwa wie geronnenes Eiweiss. Man findet diesen sogenannten Axencylinder ohne Ausnahme in allen Nervenfasern mit Nervenmark, auch in den feinsten, und überall mit denselben Eigenschaften, und entspricht derselbe in seiner Dicke beiläufig der Hälfte oder dem Dritttheil des Durchmessers der Nervenfasern.“ [16]) *Kölliker* [17]) glaubt es durch seine Arbeit festgestellt, „dass der Axencylinder ein integrirender Bestandtheil lebender Nervenröhren ist“ [18]). 1) Er findet sich constant in jeder Nervenröhre, tritt, ohne Reagens, beim Zerzupfen aus der Nervenröhre; selbst aus den nahezu feinsten; am leichtesten aus den Nervenfasern der Centraltheile, wo die Scheiden so zart sind. 2) Essigsäure, Alkohol, Aether, in der Kälte, wie gekocht damit, machen den Axencylinder deutlich; ebenso: Chromsäure (*Hannover*), Sublimat

[10]) S. *R. Wagner*, Neurol. Unters. 1854. p. 85 ff.; die Untersuchungen von *Stannius* wurden der königl. Societät in Göttingen vorgelegt am 25. April 1850.

[11]) *R. Wagner*, Neurol. Unters. 1854. [12]) *Bidder* u. *Volkmann*, Symp. Nerv. 18.

[13]) *Bidder*, Verh. d. Ganglienk. z. d. Nervenf. p. 19.

[14]) *Mulder*, Physiol. Chemie. 637 ff. [15]) *Moleschott*, Holländ. Beitr. p. 62.

[16]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl., p. 283. (1. Aufl. p. 265). Mikroskop. Anat. 1850, p. 393. 391.

[17]) *Kölliker*, mikrosk. Anat. II. 1. p. 393—404.

[18]) *Kölliker*, ibid. Gewebelehre p. 285.

(*Purkinje*, *Czermak*); Gallussäure; Jod, allein oder mit Jodwasserstoffwasser (*Lehmann*); Salzsäure, Schwefelsäure und rauchende Salpetersäure (*Lehmann*). 3) Der Axencylinder kann an noch warmen Nerven zur Anschauung gebracht werden (d. h. an möglichst frischen), z. B. an den Wurzeln der Hirnnerven eben getödteter Frösche [doch nicht warm also, und schon die Behandlung ist für die Widersacher des Axencylinders Grund genug, solchen als Leichenproduct anzusehen!], die mit Zuckerlösung möglichst schnell untersucht werden [aber Zucker ist ein Reagens, different genug, was auch *Kölliker* anerkennt]. *Kölliker* schliesst [19]), „dass auch in frischen Nerven ein Centralgebilde existirt, das nicht nur durch seine chemische Zusammensetzung, sondern auch durch seine Consistenz und Elasticität, so wie durch seine Form von den äusseren Theilen, i. e. der Markscheide, sich unterscheidet. Der Zustand, in welchem wir die Axenfaser in menschlichen Nerven und Centralorganen bei Zusatz von Blutserum, Eiweiss, Humor vitreus zur Anschauung erhalten, scheint mir der naturgemässe zu sein" [wohl der weniger veränderte, als nach Anwendung der stärkeren Reagentien, die ihn „blasser und aufgequollen" machen]. „Das Nervenmark bildet eine halbflüssige Rinde um die Axenfaser herum, hängt mit ihr zusammen, ohne jedoch mit ihr eins zu sein. Axenfaser und heller Raum in doppelt contourirten Nervenfasern sind keineswegs identisch" [der helle Raum ist oft zugleich durch das (ungeronnene, noch durchsichtige) Nervenmark erzeugt; letzteres kann theilweise oder ganz „gerinnen"; die Axenfaser wird nicht immer zu gleicher Zeit wie das Nervenmark „geronnen" oder krümlich erscheinen, obwohl auch nicht „stets als helle Faser" im Centro, wie *Kölliker* sagt.] *Kölliker's* Einwurf gegen die Thatsache, „dass im Innern der frischen Nervenröhren die Axenfaser nicht ohne Reagentien sicher zu erkennen ist", besteht darin, „dass dieselbe auch im Innern von Röhren älterer Nervensubstanz nicht zu sehen ist", obgleich solche „alle ohne Ausnahme Axenfasern enthalten, wie die zahlreichen Beispiele von isolirt an ihnen vorkommenden Axenfasern beweisen." *Kölliker* leitet diese Thatsache daher ab, „dass die Axenfaser das gleiche Lichtbrechungsvermögen besitzt, wie der noch flüssige Theil der Markscheide. Man dürfe daher hier nicht auf die Abwesenheit der Axenfaser schliessen; eben so wenig an frischen Nervenfasern" [20]) [aber in älterer Nervensubstanz ist dieser Inhalt nicht mehr flüssig, und unterscheidet sich durch sein vom Marke verschiedenes Ansehen (Lichtbrechungsvermögen), wie schon *Valentin* bemerkte, auffallend genug]. Diese Gründe *Kölliker's* sind allerdings nicht durchaus haltbar, wie ich durch meine kurzen Zwischenbemerkungen angedeutet habe. *Kölliker's* Arbeiten zur Darlegung des Axencylinders als eines präformirten Gebildes der Nerven-Primitivfaser verdienen unsere volle Anerkennung; aber für die Widersacher des Axencylinders können sie noch nicht als jeden Zweifel beseitigend erscheinen. Ob diese Zweifel durch die Ergebnisse meiner Untersuchungen — welche beweisen, dass der Axencylinder in frischen, wie in durch Chromsäure gehärteten Nerven sich im Ganzen gleich verhält, und welche fernerhin darlegen, dass auch alle übrigen, von anderen Forschern am Axencylinder beobachteten Erscheinungen auf ein gleiches Verhalten hindeuten, gewissermassen die Uebereinstimmung, trotz anscheinender grosser Differenzen, aller früheren Untersuchungen documentiren — vermindert oder beseitigt werden, das muss ich dahin gestellt sein lassen.

Ich theile nunmehr, zu genauerer Prüfung der Verschiedenheiten in den Ansichten der genannten Forscher, mit, was die Untersuchung des Axencylinders an frischen Nerven darbietet.

An frischen Nerven erscheint bekanntlich der Axencylinder als ein so überaus zartes und durchsichtiges Gebilde, dass die bisher zur Erforschung seiner feinsten Textur angewandten Hülfsmittel zu wenig genügenden Resultaten geführt haben. So lange der Axencylinder noch in der Primitivfaser selbst enthalten ist, lässt sich von demselben bei mikroskopischer Untersuchung durchaus nichts anderes

---

[19]) *Kölliker*, Mikr. Anat. p. 403. Gewebel. p. 287 (2. Aufl.), p. 269 (1. Aufl.)

[20]) *Kölliker*, Mikr. Anat. p. 403. Gewebel. 1. Aufl. p. 269, 2. Aufl. p. 287.

sagen, als dass er ein durchsichtiges Gebilde darstellt, dessen Existenz sich in der frischen unversehrten Faser selbst nicht einmal mit Sicherheit erkennen lässt. — Erst wenn der Axencylinder durch Druck oder durch Essigsäure oder andere chemische Hülfsmittel theilweise oder ganz aus der betreffenden Strecke der Primitivfaser herausgefördert worden ist, so lässt sich an ihm zuerst eine überaus zarte, durchsichtige, fast überall gleichartig erscheinende überaus fein granulirte Masse erkennen.

Untersucht man aber eine solche hervorgepresste Strecke des Axencylinders mit den höchsten Vergrösserungen, unter Zusatz von reinem Wasser oder einer färbenden Jodlösung, möglichst genau, so wird man finden, dass dieselbe unebene, zackige Gränzlinien beiderseits, und an vielen Stellen mehr oder weniger lange, überaus feine, oft unmessbar feine Fortsätze oder Filamente zeigt, die, einem überaus zarten, durchsichtigen Netz- oder Filz-Gewebe ähnlich, nach beiden Seiten, resp. den verschiedensten Richtungen abgehen. Vergl. Taf. 2. Fig. 21. 25. Ausserdem erscheinen in dem Axencylinder dunklere und hellere Punkte in grosser Zahl, grösser und kleiner, dichter oder weniger dicht, durch welche das granulöse Ansehen seiner Masse erzeugt wird. Vergl. Taf. 2. Fig. 25. 26. Nicht selten sieht man am Axencylinder eine doppelte Contour beiderseits und zwischen den beiden Linien der Contour einen helleren Raum; doch sind diese Contouren nicht so scharf ausgeprägt, wie die Contouren des sogenannten Nervenmarks; auch sind diese Contouren vielfach unterbrochen; sie bilden nicht eine gerade oder ununterbrochene Linie. Vergl. Taf. 2. Fig. 25. Die an vielen Punkten der äussersten Contour erscheinenden abgerissenen Filamente sieht man von den verschiedensten Punkten der Oberfläche des Axencylinders ausgehen, und nicht blos von dem Seitenrande desselben. Zuweilen sieht man an einem zerrissenen Stück eines Axencylinders anscheinend einen helleren Central-Theil desselben. Fig. 26. In seltenen Fällen sieht man auch an frischen Axencylindern, die sich an einem Ende umgebogen haben, die Querdurchschnittsfläche oder die Schrägdurchschnittsfläche derselben. Dieselbe ist rundlich, obwohl nicht absolut kreisrund; die Peripherie bildet vielmehr eine helle kranzähnliche Schicht, begränzt von einer äusseren und inneren dunkleren doppelten Contour; jede dieser Contouren oder dunklen Linien bildet eine unregelmässige, dem Kreise ähnliche Linie, aber nicht einen geschlossenen Kreis, vielmehr den Abschnitt einer Spirale oder einen offenen Kreis. Vergl. Taf. 2. Fig. 27, 28. Das Centrum dieser Querdurchschnittsfläche (innerste Schicht des Axencylinders) erscheint als eine nicht genauer erkennbare Masse von granulirtem Ansehen und dunkler als die äussere Schicht.

An dem durch mechanischen Druck aus einer frischen Nerven-Primitivfaser herausgepressten Axencylinder sieht man nächst oder nahe der Stelle, wo er aus dem abgeschnittenen Ende der Hülle hervortritt, mehr oder weniger des sogenannten Nervenmarks um ihn herum, in den bereits oben beschriebenen Formen eines Wulstes, Kranzes oder Kegels, eine grössere oder geringere Menge häutiger oder faseriger Fortsätze, welche den Axencylinder, einem weiten, faltigen Gewande gleich, umhüllen. Diese anscheinenden Falten (resp. Elementarröhrchen) zeigen ganz deutlich die Richtung, in welcher der Druck auf den Axencylinder wirkt, indem sie von letzterem aus nach dem Punkte oder der Richtung hin, von welcher aus der Druck wirkt, spitze Winkel bildend, gerichtet sind. Taf. 2. Fig. 21.

Der Zusammenhang dieser Fasern mit dem Axencylinder ist unverkennbar. Man erkennt in diesen Fasern die das sogenannte Nervenmark constituirenden Elementarröhrchen, welche von den verschiedensten Punkten des Axencylinders aus gegen die Hülle hin verlaufen, in den verschiedensten Richtungen in dem betreffenden Raume sich erstreckend, vielfach sich kreuzend und verflechtend, oft wellenförmig der Länge nach zu beiden Seiten des Axencylinders in kürzerem oder längerem Raume sich erstreckend, oder quer jenen kreuzend vor oder hinter ihm her, oft mehr oder weniger kreisförmig oder in Form einer Spirale um ihn herum verlaufend. Vergl. Taf. 2. Fig. 29. 30. Nicht selten erscheint der Axencylinder von den ihn umgebenden Fasermassen spiralförmig in bestimmten Abtheilungen umsponnen, und letztere bilden gleichsam rosenkranzförmige Verdickungen, welche letzteren in fast gleich langen Absätzen oder Zwischenräumen von Einschnitten unterbrochen sind, die mehr oder weniger tief

erscheinen, gleich als ob hier die Primitivfaser wie durch ein um sie geschlungenes Fädchen ein wenig zusammengeschnürt sei, oder als ob von bestimmten Strecken des Axencylinders Elementarröhrchen ausgingen, die nur nach einem bestimmten Lauf in kürzerer oder längerer Strecke sich wieder an den Axencylinder befestigen, und daher nur auch längs einer gewissen Strecke hin durch Druck sich aus ihrer ursprünglichen Richtung ein wenig in die Breite drängen lassen. Vergl. Taf. 2. Fig. 31.

Alle diese Erscheinungen sind natürlich weit davon entfernt, eine bestimmte klare Auskunft über den feinsten Bau des Axencylinders zu geben, denn man sieht hier zum Theil nur zerstörte, zerrissene, aus ihrem natürlichen Zusammenhange herausgebrachte Theile. Vergleicht man aber diese Thatsachen mit denen, welche bei der Untersuchung von in Chromsäure gehärteten Präparaten sich ergeben, so wird man in vielen Punkten eine Uebereinstimmung der beiderseitigen Ergebnisse nicht vermissen, wie man denn auch die betreffenden Angaben früherer Forscher damit in Einklang zu bringen im Stande sein wird. Ich betrachte nun im Folgenden den Axencylinder unter verschiedenen Gesichtspunkten, und zwar zuerst in morphologischer und dann in histologischer Beziehung. Was den Axencylinder in morphologischer Hinsicht betrifft, so gehört hierhin zuerst die Betrachtung der von seiner äusseren Oberfläche ausgehenden Fortsätze, oder die Verästelungen des Axencylinders, das granulirte und streifige Aussehen seiner Oberfläche und die Varicositäten desselben; hiernach kommt die Betrachtung der gröberen Bestandtheile desselben. Darauf werde ich die Anschauung des Axencylinders in histologischer Hinsicht folgen lassen und mit Bemerkungen über das Vorkommen des Axencylinders im Allgemeinen schliessen.

a. Die Verästelungen des Axencylinders.

Die Verästelungen des Axencylinders oder die Fortsätze, in Form der feinen und feinsten Elementarröhrchen, welche von dem Axencylinder aus zu dem sogenannten Nervenmark, und durch dieses hindurch bis zur Peripherie der Primitivfaser, resp. Hülle oder Scheide, gehen, lassen sich sowohl an frischen Nerven-Primitivfasern, wie an den in Chromsäure gehärteten, bei den stärkeren Vergrösserungen erkennen, wie bereits oben bemerkt ist, und der erste Beobachter des Axencylinders, *Fontana*, sah solche und bildete sie ab, jedoch ohne sie richtig zu deuten.

Ich habe von *Fontana's* Schrift eine Uebersetzung vor mir [21]), in welcher auf Taf. IV in Fig. 3. 4. 5. 6 u. 7. Axencylinder, theils isolirt, theils noch in Verbindung mit dem Marke und der Hülle, dargestellt sind. An diesen isolirten Axencylindern hatte *Fontana* [22]) bereits bei Anwendung einer 700-maligen linearen Vergrösserung, die Entdeckung gemacht, „dass die Wände der ursprünglichen Nervencylinder" (Axencylinder und Mark der heutigen Autoren) „ganz knotig und voller Ungleichheiten waren." *Fontana* sagt nichts Genaueres über diese Knoten; aber seine (freilich noch rohen) Abbildungen deuten deutlich auf das bereits oben von mir über die Oberfläche des Axencylinders Gesagte hin. Die hellen Punkte in Fig. 2. 3. 5 u. 6 sind nichts anders als die Querdurchschnittsflächen der vom Axencylinder abgerissenen Elementarröhrchen, welche in das Nervenmark oder zu der Nervenhülle treten; die Röhren- oder Fasernetz-artigen Gebilde in Fig. 4. 7. 8. 9 sind als Elementarröhrchen des Nervenmarks und jener Theile der äussersten Hülle der Nervenfaser zu deuten, welche mit dem Axencylinder in Verbindung stehen. Diese letztere selbst hatte zwar *Fontana* nicht genügend oder nicht sicher erkannt, er bildete nur die Contiguität dieser Theile ab, und konnte nicht, wie ich gethan, deren Continuität nachweisen. Er bildet das Nervenmark ab als eine filzartige Masse von Fasern, die um den (von *Fontana* als mit glatter Oberfläche versehen betrachteten und abgebildeten) Axencylinder herumgelagert sind.

---

[21]) *Felix Fontana*, Abhandlung über das Viperngift etc. Bd. 1. 2. Berlin 1787. 4. bei Chr. Fr. Himburg.
[22]) *Fontana*, l. c. p. 369.

Auch das, was *Rosenthal* und *Valentin* als mehr oder weniger spiralig das Nervenrohr umgebende Faserformation ansehen, scheint mir unter die Categorie der Ausläufer des Axencylinders zu gehören. *Valentin* [23]) beschreibt dies 1842 in folgender Weise: „Bei ganz frischen Nerven und unter sehr starker Vergrösserung bemerkt man bisweilen in ihr (der blassen Scheide der Primitiv-Nervenfaser) einander schief durchkreuzende und wahrscheinlich längs des Rohres in einander kreuzenden Spiralen emporsteigende Faserlinien, die jedoch sonst nicht sichtbar sind.“ *Valentin* glaubt diese Fasern nur der Scheide zutheilen zu müssen. Indessen meinen Untersuchungen zufolge muss ich diese Elemente ebensowohl dem Nervenmark zuerkennen, und ihren Zusammenhang mit dem Axencylinder behaupten, resp. dieselben zum Theil als Verästelungen des Axencylinders betrachten, wie ich solches auf Taf. II. in Fig. 29—31 schematisch darzustellen versucht habe. Wenn die genannten Gebilde bei 700-900-facher Vergrösserung untersucht werden, so schwindet der Zweifel über den Zusammenhang jener Theile und über den Raum, in welchem jene Elemente verlaufen.

Verästelungen der Axenschläuche sah auch schon *Remak* [24]) in den grauen sympathischen Nerven der Säugethiere.

Diese wenigen Mittheilungen erscheinen zwar nicht überzeugend, indessen mögen sie, in Verbindung mit dem Folgenden, immerhin als ein kleiner Theil der von mir zu bringenden Nachweise betrachtet werden, dass auch die Anschauungen, welche frühere Forscher bereits vom Axencylinder in einzelnen Fällen hatten, sich mit der Deutung, welche ich den betreffenden Gebilden gegeben habe, in Harmonie bringen lässt.

b. Die granulöse und streifige Beschaffenheit der Oberfläche des Axencylinders.

Der erste Beobachter, welcher die rauhe, granulirte Beschaffenheit der Oberfläche des Axencylinders sah, obwohl nicht genügend erkannte, war *Fontana*, wie aus den oben mitgetheilten Bemerkungen desselben hervorgeht. Nach *Fontana* war es *Remak*, welcher das granulöse Ansehen des Axencylinders als „seitliche Knoten, die ziemlich gross und länglich waren“, sah [25]). Auch einige Zeit nachher, nach vielfach wiederholten und sorgfältigen Untersuchungen, 1838, nennt *Remak* [26]) die Oberfläche des Axencylinders „paullulum aspera.“ Auch an der ersten Abbildung der colossalen Nervenfasern der Medulla spinalis bei Petromyzon marinus, welche *Johannes Müller* 1837 gab [27]), zeichnet derselbe, bei 450-maliger Vergrösserung, deutlich das granulöse Ansehen des Axencylinders, dessen unebene oder höckerige Oberfläche; die Fortsätze desselben konnte *Müller* freilich bei dieser Vergrösserung nicht sehen. *Müller* beschreibt aber diese Fasern als „bandartige, durchaus platte Fäden, von der Breite der cylindrischen Nervenfasern des Ochsen, ... blass, ohne deutliche Unterscheidung von Inhalt und Röhre, ... behalten überall durchaus parallele Ränder ohne Ausbuchtungen und Anschwellungen und ohne erkennbare weitere Structur [28]).“ Es scheint hiernach, dass *Müller* den Axencylinder für die ganze Faser genommen hat; in der Zeichnung aber ist die Faser als blasse Umgebung um den dunklen Axencylinder gezeichnet, und die Zeichnung ist richtiger oder genauer als die Beschreibung, welche damals *Müller* gab. Die fein granulirte Masse auf der Oberfläche des Axencylinders sahen auch *Purkinje* und *Rosenthal* [29]); die Körnchen dieser Masse fanden sie gleich der an Ganglienkugeln haftenden Punktmasse. Das „fein granulirte oder fein streifige Ansehen des frischen Axencylinders“ sah auch *Kölliker* [30]).

---

[23]) *Valentin*, Artikel „Gewebe“ in *R. Wagner's* Handwörterb. I. p. 689.
[24]) *Remak*, in: Berliner Monatsberichte, l. c. 12. Mai 1853.
[25]) *Remak* 1837, *Froriep's* Notizen, 40. [26]) *Remak*, Obs. anat. 1838. p. 1. § 2
[27]) Abhandl. der königl. Akad. d. Wissensch. in Berlin. Berlin 1839. Gehörorgane der Cyclostomen. Tab. III. Fig. 2.
[28]) *Müller*, vergleich. Neurol. der Myxinoiden, in Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss. von 1838 Berlin 1839. p. 207.
[29]) *Rosenthal*, de format. granulosa, p. 16. 17. 1839. [30]) *Kölliker*, Gewebelehre. 1855. p. 282.

Es mögen auch diese wenigen Mittheilungen genügen, um darauf hinzudeuten, dass die Anschauung der äusseren Oberfläche des Axencylinders als eine glatte auch durch die Beobachtungen anderer Forscher nicht gerechtfertigt wird.

c. Die Varicositäten des Axencylinders.

Dass der Axencylinder nicht an allen Stellen seines Verlaufs von gleicher Dicke, sondern bald schmäler, bald breiter ist, haben auch andere Beobachter vor mir wahrgenommen. So führt, um nur einen zu nennen, *Henle* [31]) an, dass der Durchmesser des Axencylinders „veränderlich“ ist. Ferner sagt er pag. 627: „Der Cylinder axis ist nicht immer so regelmässig, wie er sich an ausgesuchten Exemplaren darstellt; bald sieht man ihn stellenweise angeschwollen, bald sehr verdünnt, oft ganz unterbrochen, nur aus einer Reihe länglicher Tropfen bestehend, die nach dem Ausfliessen Kugelgestalt annehmen (Tab. IV. G. c.). Oft reicht die geronnene Substanz weit über die Mitte des Nervenrohrs, der centrale Streifen ist dann ganz unregelmässig, ausgezackt, den Contouren der geronnenen Substanz entsprechend.“ *Henle* beschreibt hier auf das Treueste, was man eben bei 400-facher Vergrösserung an frischen Nervenfasern sehen kann. Dass er die einzelnen Fragmente eines durch mechanische Einwirkungen bei der Präparation zerrissenen Axencylinders für Tropfen hält, ist gleichfalls Folge zu schwacher Vergrösserung, bei welcher die Querdurchschnittsfläche oder ein Fragment dieses Gebildes gleich einem Tropfen heller Flüssigkeit erscheint. Wenn die ausgezackten Stellen des Axencylinders bei 700-facher Vergrösserung untersucht werden, so findet man das in Fig. 24 Taf. II. skizzirte Verhalten desselben. Einzelne Verdünnungen seines Durchmessers oder, umgekehrt, varicöse Anschwellungen des Axencylinders beobachtete auch *Valentin* [32]). Dass der Axencylinder an den Varicositäten der Nervenfasern keinen Antheil habe, behauptet *Hannover* [33]); er giebt aber kurz vorher zu, dass der Axencylinder verschiedene Dimensionen an verschiedenen Stellen seines Verlaufs habe („souvent il a l'extrémité plus large“). Varicöse Axencylinder sah auch *Czermak* [34]). Varicöse Axenschläuche sah ferner *Remak* in Verbindung mit den multipolaren Nervenzellen der macula lutea und in der Retina an deren ganzen Innenfläche [35]). Auch in den grauen sympathischen Nerven der Säugethiere sah *Remak* ein Gleiches. Auch *Corti* u. A. sahen varicöse Axencylinder; jedoch halte ich eine genauere Anführung aller dieser Mittheilungen für überflüssig. Die hie und da unregelmässigen Contouren des Axencylinders bezeichnet auch *Kölliker* [36]); eben so, dass er stellenweise dicker und schmaler sei [37]); jedoch läugnet er (p. 288) wirkliche Varicositäten; die varicösen Opticus-Fasern der Retina zählt er nicht, wie *Remak*, zu den Axenschläuchen. *Kölliker* scheint mir aber hier in einen Widerspruch mit sich zu gerathen, indem er (p. 283) die Fortsätze der Nervenzellen als „marklose Nervenröhren“ bezeichnet; auch p. 288; hier ist doch, wenn Varicositäten daran vorkommen, nicht anzunehmen, dass solche allein durch die Hülle gebildet seien. Uebrigens stimme ich *Kölliker'n* darin ganz bei, dass „der Inhalt der Nervenzellen eben so wenig als die blassen Fasern“ ohne Weiteres mit den Axencylindern zu identificiren seien.

d. Die gröberen Bestandtheile des Axencylinders.

Dass der Axencylinder aus mehreren Schichten, Röhren, Schläuchen oder Cylindern besteht, nicht eine einfache, gleichmässige, granulirte, structurlose Masse ist, sieht man ebenfalls an frischen Axencylindern, obwohl nicht so genau wie auf Querabschnitten von in Chromsäure gehärteten Nervenfasern. Und die oben bei der Untersuchung frischer Axencylinder von mir angeführten Thatsachen

---

[31]) *Henle*, Allg. Anat. p. 626.

[32]) *R. Wagner's* Handwörterb. I. l. c. p. 690. 1842. [33]) *Hannover*, recherches, p. 30.

[34]) *Czermak*, in *Müller's* Archiv, 1848, Heft 3, p. 252, Tab. IV. V., über die Hautnerven des Frosches.

[35]) *Remak*, in: Monatsber. der Berl. Akademie, 12. Mai 1853.

[36]) *Kölliker*, Gewebelebre. 1855. p. 282. 283. [37]) *Kölliker*, Gewebelehre. p. 285, Fig. 139, 5.

sind auch, obwohl nicht in ganz gleicher, jedoch ähnlicher Weise, bereits von andern Forschern gesehen worden.

Dass der Axencylinder ein Schlauch sei, welcher eine Flüssigkeit enthalte, hatte bereits *Fontana* behauptet. Er sagt [38]) von einem Axencylinder, den er durch Zerreissen des Nervenbündels mit feinen scharfen Nadeln isolirt hatte: „ungefähr die Hälfte dieses Cylinders (Axencylinder) bestand aus einem durchsichtigen und gleichförmigen Faden, und die andere Hälfte war fast doppelt so dick, nicht so durchsichtig, ungleich, höckericht. Ich vermuthete jetzt, dass der ursprüngliche Nervencylinder aus einem durchsichtigen Cylinder bestünde, der kleiner, gleichförmiger und mit einer anderen Substanz, vielleicht von zellenhäutiger Natur, bedeckt wäre. Die Beobachtungen, die ich seit der Zeit machte, bestätigen mich immer mehr in dieser Hypothese, welche endlich eine ausgemachte Wahrheit wurde. Ich habe in vielen Fällen diese beiden Theile gesehen, welche den ursprünglichen Nervencylinder ausmachen. Der eine ist ganz auswärts, ungleich und höckerigt; der andere ist ein Cylinder, der aus einer besonderen, durchsichtigen, homogenen Haut gebildet zu sein scheint, welche mit einer gallertartigen Feuchtigkeit, die eine gewisse Consistenz hat, angefüllt ist" (p. 370). Dass die Axencylinder aus einer einfachen mit einer Gallerte angefüllten Haut bestehen, hatte *Fontana* an einer andern Stelle ausgesprochen. Er sagt [39]): „Der Nerv wird durch eine grosse Anzahl durchsichtiger, homogener, gleichförmiger, sehr einfacher Cylinder gebildet. Diese Cylinder scheinen von einer sehr feinen, einförmigen (gleichförmigen) Haut gebildet zu sein, die, so viel das Auge davon urtheilen kann, mit einer durchsichtigen, gallertartigen, in Wasser unauflöslichen Substanz angefüllt ist. Ein jeder dieser Cylinder bekommt eine Hülle in Gestalt einer äusseren Scheide, welche aus einer unzähligen Menge geschlängelter Fäden zusammengesetzt ist. Eine sehr grosse Anzahl durchsichtiger Cylinder machen zusammen einen sehr kleinen, kaum sichtbaren Nerven aus, der den Anschein von weissen Streifen bildet." *Fontana's* Darstellung des Axencylinders ist also von der meinigen durchaus verschieden. *Fontana* kannte nicht die drei verschiedenen Schläuche, aus welchen nach meinen Beobachtungen der Axencylinder besteht. Sicherlich sah *Fontana* Vieles richtig, obwohl nicht Alles, was ich im Vorigen beschrieben. Er hält (die innere, zweite, Schicht) den Axencylinder für einen Cylinder mit glatter Oberfläche; in der Wirklichkeit ist das aber nicht der Fall; die verschiedenen Schichten, centrale, mittlere und äussere Schicht kannte *Fontana* nicht, und konnte sie auch nicht wohl kennen lernen, weil er nur an frischen Nerven untersuchte, welche zur Erkenntniss dieser Theile allein nicht passend genug sind; daher er diese Schläuche für den gallertigen Inhalt des Axenschlauchs hält. Auch wusste *Fontana* nicht, dass die im „Nervenmarke" enthaltenen Elementarröhrchen als die unmittelbaren Ausläufer der drei verschiedenen Schläuche des Axencylinders anzusehen sind, resp. mit den Röhrchen dieser Theile des Axencylinders in unmittelbarer Continuität stehen. Er nahm blos die Contiguität beider an, wie ich bereits oben angegeben habe.

Hannover [40]) stellt die Behauptung als sehr wahrscheinlich auf, dass der Axencylinder ein hohles Gebilde sei. Er sah dessen Doppelcontour, die Verbreiterung und Verschmälerung an verschiedenen Stellen, eine Bifurcation an einer Stelle, eine Unterbrechung in der Continuität der inneren Contour u. s. w., wovon er eine wohl nur halb schematische Darstellung giebt. *Remak* hielt bekanntlich früher den Axencylinder für ein plattes Band; eine Anschauung, welche dadurch erklärlich wird, dass der Axencylinder, wenn er durch Compression einer Primitivfaser aus letzterer hervortritt, durch die Compression selbst nothwendig mehr oder weniger abgeplattet werden muss. *Remak* unterschied früher

---

[38]) *Fontana*, l. c. p. 369. [39]) *Fontana*, l. c. p. 371.

[40]) Dass der Axencylinder hohl sei, hatte auch *Hannover* (recherches, p. 29. 30) ausgesprochen: „L'axe cylindrique a souvent l'extremité plus large ou fendue et quelquefois des fentes dans son milieu, ce qui fait voir aussi, que c'est un tuyau."

nicht die Wirkung seiner Untersuchungsmethode von dem natürlichen Zustande des Axencylinders innerhalb der nicht comprimirten Primitiv-Nervenfaser. Dieser Forscher ist aber in neuerer Zeit von seiner früheren Anschauung zurückgekommen, und hält auch den Axencylinder bei den Wirbelthieren für einen Schlauch, und nennt ihn deshalb „Axenschlauch.“ [41]).

Dass der Axencylinder ein hohles Gebilde sei, fand auch schon *Henle* nicht ohne Wahrscheinlichkeit. Er sagt [42]): „an gedehnten und noch nicht geronnenen Nerven formt sich häufig das Mark zu einzelnen ovalen, perlschnurförmig aneinander gereihten Kügelchen, die durch ganz dünne Striche zusammenhängen. Dies wäre nicht möglich, wenn das Mark einen soliden Cylinder einschlösse. Tritt durch einen Riss an der Seite ein Theil des Marks aus, so erstreckt sich oft auch ein Divertikel des centralen Streifens in die ausgetretene Substanz hinein (Tab. IV. Fig. 5. G), das sich allmählig verlängert, oft auch an der Spitze in einzelne Kügelchen zerfällt; ein sicherer Beweis, dass der Cylinder axis in diesem Falle flüssig ist.“ Diese Mittheilungen enthalten zwar keine schlagende Gründe, und *Henle* fühlt dies selbst, indem er fortfährt: „Zwar könnte man annehmen, dass auch er (der Axencylinder) aus einer Hülle und einem eingeschlossenen Fluidum bestehe, und dass in dem eben angeführten Falle zugleich mit der Hülle der Nervenfaser auch die Hülle des Axencylinders reisse; allein wenn dieser isolirt aus der Nervenröhre hervortritt, so ist er an seinem Ende durch denselben dunklen Contour begränzt, wie an den Seiten, nie sieht man an dem Schnittende etwas austreten.“ *Henle* führt hier Gründe und Gegengründe auf, so weit sie eben die relativ ungenügenden Hülfsmittel der Untersuchung gestatteten. Bei 700-facher Vergrösserung erscheint aber die Contour und das Parenchym des Axencylinders in andrer Weise.

Auch diese Bemerkungen, so unvollkommen und unvollständig sie sind, weisen doch darauf hin, dass die hohle Beschaffenheit des Axencylinders, resp. seine Zusammensetzung aus mehreren Röhren, Schläuchen oder cylinderartigen, jedoch theilweise hohlen Gebilden, schon von früheren Forschern zum Theil gesehen und geahnt, obwohl nicht genauer erkannt worden ist. Durch die Untersuchungen, welche ich oben mitgetheilt, insbesondere an Querabschnitten der grossen *Müller*'schen Fasern im Rückenmark des Petromyzon, erheben sich jene fragmentarischen Mittheilungen zur Evidenz, und finden in jenen ihre Erklärung.

e. Die Elemente des Axencylinders.

In Bezug auf diesen Punkt habe ich nur sehr wenige Bemerkungen meiner Vorgänger anzuführen. Begreiflicher Weise erstreckten sich die Forschungen nicht oder kaum auf die Elementar-Structur eines Gebildes, dessen Existenz selbst noch nicht einmal in lebenden Nerven als ein präformirtes Gebilde sicher gestellt war. Vor allen hat *Remak* einige Mittheilungen hierüber gemacht. Die Elemente des Axencylinders hielt *Remak* 1837 schon bei seinen ersten Untersuchungen für sehr feine Fasern [43]), und 1838 [44]) sagt *Remak*: „Plerumque haec fibra ita apparet ut et multis tenuissimis fibris, in decursu suo saepe nodulatis, sibi parallelis, composita esse videatur.“ Dass hier *Remak* die auf dem Axencylinder aufsitzenden Fragmente der Elementarröhrchen des Nervenmarks sah, ist mir wahrscheinlich. Indessen es waren auch andere Gründe, welche *Remak* zu seiner Annahme bestimmten, insbesondere das Spalten des Axencylinders in 2—3 Fasern [45]), das Erscheinen des Axencylinders in Form von Spiralfedern, die sich abzuwickeln in Begriff sind, wie *Remak* sah [46]). *Remak* fand den Axencylinder des Flusskrebses aus vielen feinen Fäden zusammengesetzt [47]). *Remak* untersuchte bei einer

---

[41]) *Remak*, im Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden 1853, p. 182.

[42]) *Henle*, Allgem. Anat. p. 627.

[43]) *Remak*, in *Froriep*'s Notizen. 1837. III. Bd. [44]) *Remak*, Observ. anat. p. 2. Note 2.

[45]) *Remak*, in *Froriep*'s Notizen. 1837. III. Bd. [46]) *Remak*, in *Froriep*'s Notizen. ibid.

[47]) *Remak*, in *Müller*'s Archiv, 1844.

250-fachen Vergrösserung, und fertigte bei einer solchen, wie er [48]) angiebt, die Zeichnung. Ich muss auch hier bemerken, dass diese Vergrösserung zu gering ist, um die vielfachen Verbindungen, in welchen der Axencylinder mit dem Marke und der Hülle steht, erkennen zu lassen, und dass nur durch diese zu schwache Vergrösserung anscheinend parallele Fibrillen erkannt wurden, wo ein viel complicirteres Gewebe vorhanden ist. *Remak* fand an der dünnen Wand des Axenschlauchs bei Wirbelthieren [49]) eine regelmässige Längsfaserung, konnte aber in dem Canale des Schlauchs keine Fasern bemerken. —

Die späteren Forscher haben das Gewebe des Axencylinders als eine feinkörnige Masse betrachtet, so z. B. *Stannius* 1850 [50]) als „identisch mit der, den Kern eines bipolaren Ganglienkörpers umhüllenden, feinkörnigen Ganglienmasse" und viele Andere, *Wagner*, *Kölliker* z. B., wie ich in der zweiten Abtheilung dieser Schrift noch genauer bei den Nervenzellenfortsätzen angeben werde.

f. Die Existenz des Axencylinders im Allgemeinen betreffend.

Es ist zwar im Vorausgegangenen bemerkt worden, dass nur wenige Forscher jetzt noch den Axencylinder als präformirtes Gebilde läugnen. Da aber diese Forscher in der ersten Reihe der heutigen Anatomen stehen, so scheint es mir nothwendig, deren Gründe gegen die Existenz des Axencylinders genauer zu betrachten. Es sind dieses vor allen die von *Valentin* und *Henle* dargelegten. Die von *Valentin* gegen einen präformirten Axencylinder gebrachten Gründe sind oben von mir besprochen worden. Daher nur *Henle's* Ansicht genauer zu besprechen übrig ist. *Henle* drückt sich 1841 in seiner Allgemeinen Anatomie zweifelhaft, 1844 in dem *Canstatt-Eisenmann*'schen Jahresbericht entschieden gegen die präformirte Existenz des Axencylinders aus. Und auch 1850 bringt *Henle* noch neue Gründe für seine Zweifel. Ich betrachte die letzteren Mittheilungen dieses Forschers genauer und übergehe die früheren Anschauungen desselben. *Henle* erklärte sich damals für die Ansicht, dass das als Axencylinder bezeichnete Gebilde eine flüssige Substanz sei — „weil in völlig zerstörter und zerriebener Nervensubstanz sich aus dem zusammengeflossenen Contentum verschiedener Röhren unter vielen unregelmässigen Klumpen auch runde, rundliche, kolbige und cylindrische Massen bilden, in welchen allen eine äussere, durch eine doppelte Contour begrenzte grob- oder feinkörnige Substanz, vom Ansehen des geronnenen Nervenmarks, eine wasserhelle, zähe Flüssigkeit mit den Charakteren des centralen Streifens einschliesst, welche meist die Form des ganzen Stücks genau wiederholt." — Es fehlt dieser Ansicht der Beweis; denn dass jene Stücke aus „zusammengeflossenem Contentum verschiedener Röhren" sich gebildet hätten, das eben ist nur Vermuthung und nicht streng bewiesen. Jene Stücke sind entweder eben Fragmente einzelner Röhren, oder, wenn die Röhren-Fragmente bedeutend breiter sind, als die breitesten Primitivfasern in den zerriebenen Nerven (N. opticus), so kann man eines Theils eine Abplattung (durch das Zerreiben) und eine Verbreiterung der einzelnen Faser-Fragmente annehmen; andern Theils aber, wenn man wirklich zugeben wollte, dass jene Theile aus zusammengeflossenem Nerven-Inhalt sich gebildet hätten, müsste man von allen diesen Schein-Faserfragmenten — wenn man *Henle's* Deduction als beweisend betrachten wollte — das Gelingen des einen Experiments fordern: dass bei angebrachtem Druck das scheinbare Mark und der scheinbare Axencylinder sich eben so verhielten, wie in frischen, unversehrten Nervenfasern, d. h. bei darauf angebrachtem Drucke aus jenen hervorquelle. Von einem solchen Experimente berichtet aber *Henle* nichts, und würde es angestellt, so würde das negative Resultat wohl unzweifelhaft sein. *Henle's* [51]) Misstrauen gegen den Axencylinder ist auch noch 1850 von diesem Forscher vielleicht auf die entschiedenste Weise hervorgehoben worden. Er sagt [52]): „dass .... bei Injectionen, wenn der

[48]) *Remak*, l. c. p. 468. [49]) *Remak*, 1853, l. c.
[50]) S. *Rud. Wagner's* neurol. Untersuch. p. 89.
[51]) *Henle*, Allgemeine Anatomie, p. 627. 628.
[52]) *Henle*, in *Canstatt-Eisenmann's* Jahresber. f. 1850. p. 45.

Farbstoff nicht über die feineren Arterien hinausgeht, doch das Fett der Injectionsmasse die feinsten Capillarien füllt, wodurch sie Nervenröhren täuschend ähnlich werden können. ....“ Von einem so injicirten Hautstück (mit Talg, Wachs und Terpentin) brachte *Henle* „feine Scheiben zwischen zwei Gläsern unter das Mikroskop; ein mässiger Druck reichte hin, das Fett aus den durchschnittenen Gefässen theils in Tropfen, theils in langen Kränzen hervorquellen zu machen, die gleich dem Inhalt der Nervenröhren sich aneinander vorüberschoben, ohne zusammenzufliessen, sich bogen- und spiralförmig kräuselten, wenn die Spitze des Fadens irgendwo aufgehalten wurde, und dann wieder, so wie die letztere frei wurde, elastisch hervorschnellten, oder auch, wenn sie künstlich gedehnt waren, sich in wellenförmigen Biegungen wieder zurückzogen. Die Tropfen zeigten doppelte und oft mehrfache concentrische Contouren, von welchen die inneren dunklen einen hellen Raum, einem Axencylinder täuschend ähnlich, einschlossen. Einige Male habe ich auch diese hellere Axe in einen blassen dünnen Faden sich fortsetzen sehen.“ Aber auch diese Beobachtungen *Henle's* scheinen mir eben so wenig gegen die Beständigkeit des Axencylinders in der Nervenfaser etwas zu beweisen, als dessen oben mitgetheilte und besprochene Gründe vom Zusammenfliessen des Nerveninhalts. — Das Verhalten der Wachscylinder kann dem der Axencylinder in allen Erscheinungen, welche ein auf beide angebrachter Druck bedingt, als gleich zugegeben werden. Das kann auf die Deutung ihrer anatomischen feinsten Beschaffenheit aber keine Beziehung haben. Auch die doppelten Contouren der „Tropfen“ der Injectionsmasse beweisen nichts anders, als dass Tropfen gewisser öliger Flüssigkeiten [53]), oder sehr verschiedenartiger öliger Flüssigkeiten, oder halbflüssiger Fette, unter dem Mikroskop doppelte Contouren haben. Wenn aber *Henle* den hellen Raum, welchen die dunklen Contouren der betreffenden Tropfen einschliessen, für „einem Axencylinder täuschend ähnlich“ hält, so ist hiergegen zu bemerken, dass dieser Vergleich nicht zugelassen werden kann. Denn in einem Tropfen der ausgepressten öligen Nervenflüssigkeit kann man niemals und kann Niemand einen Axencylinder finden, weil eben darin keiner enthalten ist. Dieser Grund *Henle's* fällt also. Wenn nun *Henle* diese hellere Axe (des Tropfens) „einige Male in einen dünnen blassen Faden sich fortsetzen“ sah, so beobachtete *Henle* den Theil eines durch Druck in einen Faden verlängerten Tropfens, an welchem die dunklen Contouren des Tropfens nothwendig auch in die des Fadens übergehen, und wobei nothwendig auch am „Faden“ die Contouren einen helleren Zwischenraum begränzen oder einschliessen mussten. Aber die Contouren dieses Fadens beschreibt *Henle* nicht als Doppelcontouren, wie wir solche an Nervenfasern gewahren; diesen „Faden“ beschreibt *Henle* — so muss man schliessen — als ähnlich einer Primitivfaser mit einfacher Contour und hellerem Raume zwischen beiden. Diese Erscheinung wäre die einer Primitivfaser feinster oder feiner Gattung, und nicht die eines Axencylinders. Wenn nun *Henle* aus einem solchen Faden durch Druck das Hervortreten eines eben so geformten Theils hatte bewirken können, wie wir aus Stücken frischer Primitiv-Nervenfasern das Hervortreten des Axencylinders bewirken können, — alsdann hätte *Henle* eine Basis für seinen Vergleich. Da jenes aber nicht möglich, und auch von *Henle* nicht einmal besprochen wird, so fehlt seinem Vergleich die Grundlage. Daher auch dieser Vergleich nicht zugelassen werden kann, und nichts beweist; sonst müsste jeder feine fadenartige Körper, der unter dem Mikroskop zwei dunkle Seitenränder und eine hellere Mitte zeigt, jedes Haar u. dgl., einer Nervenfaser gleich oder als mit einer solchen leicht verwechselbar erscheinen. Was *Henle* oben über die Aehnlichkeit feinster mit farbloser Wachsmasse injicirter Capillargefässe mit Nerven-Primitivfasern sagt, ist etwas ganz Anderes.

---

[53]) Dass aber wirkliches Oel sich unter dem Mikroskop anders verhält wie Nervenmark, bemerkt schon *Ehrenberg*. Er sagt, l. c. p. 708, Note: „Um die so grosse Unähnlichkeit dieser sphärischen Hirnröhrenfragmente deutlich zu sehen, darf man nur gleichzeitig ein wirkliches Oeltröpfchen betrachten. Das hat keine doppelten Ränder.“ Ein Gleiches wiederholt *Ehrenberg* p. 714.

Die Gefässwandungen bilden hier ähnliche dunkle Seitenränder, die Injectionsmasse den mittleren hellen Raum (Axencylinder), wie in den Primitiv-Nervenfasern; aber selbst zugegeben, dass feine Talg- oder Wachscylinder unter dem Mikroskop bei einer gewissen Vergrösserung Aehnlichkeit mit einer Nerven-Primitivfaser haben, niemals wird hieraus ein Beweis gegen die Beständigkeit des Axencylinders zu ziehen sein. Aus einem durch einen Wachscylinder erfüllten Gefässe wird man nie eine dem Nervenmark ähnliche Masse sammt dessen centralem Schlauch oder Cylinder durch Druck hervortreiben können, wie aus einer Nerven-Primitivfaser; sondern man treibt einfach nur einen gleichmässigen Wachscylinder oder Talgcylinder hervor.

Auch *Drummond's* Beobachtung doppelter Contouren [54]) an dem durch Alkohol extrahirten und nach Verdunstung des Alkohols gefällten Hirnfett, Contouren, ganz gleich denen des frischen Nervenmarks, — beweist nichts anders, als dass gewisse ölige oder fettige Substanzen unter dem Mikroskop die Doppelcontour zeigen, — beweist aber nichts gegen die Präexistenz des Axencylinders, der ja, wie auch *Kölliker* [55]) und viele Andere bemerken, zwischen den Doppelcontouren enthalten ist, oder innerhalb des von den Doppelcontouren begränzten Raumes des Nervenmarks. Wenn *Drummond* nachgewiesen hätte, oder wenn (was aber nicht der Fall ist) es nachweisbar wäre, dass das durch Alkohol extrahirte und nachher gefällte Hirnfett — in seiner äusseren Form den Nervenfaser-Fragmenten gleich (grösseren oder kleineren), — nach Benetzung mit Wasser und Bedeckung mit einem Glasplättchen und nach darauf angebrachtem Druck sich ganz so verhielte, wie ein entsprechend langes Fragment einer wirklichen Nerven-Primitivfaser, d. h. wenn jenes Hirnfettfragment aus dem einen oder dem andern Ende den Axencylinder nebst dem Nervenmark heraustreten liesse —, resp. Gebilde oder Theile des Hirnfetts, welche ganz die äussere Form jener Fragmente des Axencylinders und Nervenmarks zeigten, hervorgepresst werden könnten, — alsdann würden *Henle's* und *Drummond's* Angaben eher als Beweis für die Nicht-Präexistenz des Axencylinders angesehen werden können. Aber — jene Tropfen von Hirnfett lassen durch Druck eben so wenig ein dem Axencylinder ähnliches Gebilde aus sich herausdrängen, als die Fettcylinder *Henle's* dem durch Druck, auf eine wirkliche Nervenfaser angebracht, aus letzterer hervorquellenden Nervenmark sammt Axencylinder gleichen. Und wenn endlich *Henle's* Talgcylinder und *Drummond's* Fragmente gefällten Hirnfetts in ihrer äusseren Erscheinung bei den schwachen Vergrösserungen (3—400 linear) sich von dem Verhalten der Primitiv-Nervenfasern auch durch nichts unterschieden, so würden doch die stärkeren Vergrösserungen eine so entscheidende Verschiedenheit beider ergeben, dass die Möglichkeit einer Verwechselung dieser Theile auch wohl von *Henle* nicht mehr statuirt werden dürfte. Im Hirnfett wird man eben so wenig die Elementarröhrchen des Nervenmarks, die verschiedenen Schichten des Axencylinders, seine Ausläufer u. s. w. finden können, als in den Talgcylindern.

* * *

Alle obigen Mittheilungen liefern Beiträge, Fragmente zu der bis jetzt noch nicht genügend erkannten Lehre vom feinsten Bau des Axencylinders. Die Verbindungstheile des Axencylinders mit der Nervenfaserhülle sind — meines Wissens — von mir zuerst mit Sicherheit nachgewiesen worden. Bisher galt den meisten Forschern der Axencylinder als ein Centralgebilde der Nervenfaser, welches von deren Hülle durch eine dickere oder dünnere Schicht einer öligen Flüssigkeit getrennt sei. So sagt unser neuester trefflicher Beobachter, *Kölliker*, noch 1855, dass der Axencylinder „rings vom Marke umflossen“ ist [56]); ferner sagt *Kölliker* [57]): „das Nervenmark bildet eine halbflüssige Rinde um die Axenfaser herum, und hängt mit ihr zusammen, ohne mit ihr eins zu sein.“

---

[54]) Edinb. monthly Journ. June 1852. p. 573; von *Henle* in *Canstatt's* Jahresbericht 1852. p. 41. angeführt.

[55]) *Kölliker*, Gewebelehre. 1. Aufl. 270.

[56]) *Kölliker*, ibid. p. 287. [57]) *Kölliker*, Gewebelehre, 1855. p. 282.

Ich halte es für überflüssig, eine speciellere Deutung der von *Remak*, *Hannover* u. A. gemachten Angaben über den Bau des Axencylinders zu geben, und die Uebereinsimmung mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen schärfer hervorzuheben, indem die Vergleichung unserer Resultate einem jeden Leser die Analogie derselben, wenn auch nicht die völlige Uebereinstimmung von selbst ergiebt. Ich schliesse mit der Bemerkung, dass die Präparation frischer Axencylinder eine zu grosse Verschiedenheit in der äusseren Erscheinung derselben unter dem Mikroskope bedingen muss, als dass der eine Forscher genau dasselbe sehen sollte, was der andere sah. Die Veränderung der natürlichen Lage, des Zusammenhangs des Axencylinders etc. wird durch die (relativ zu rohe) Behandlungsweise Behufs der Isolirung desselben und der mikroskopischen Untersuchung in zu verschiedener Weise bewirkt, als dass eine Gleichheit in den Wirkungen einer solchen Präparation, und demnach eine Gleichheit des erlangten mikroskopischen Präparats erwartet werden könnte.

Ich glaube, dass die von mir vorgeschlagene und geübte Methode der Untersuchung gedachter Gebilde in den feinsten Längs- und Querabschnitten von in Chromsäure gehärteten Nerven gleichmässigere Objecte und gleichmässige Resultate der Untersuchung gewähren wird.

* * *

Im Vorausgegangenen habe ich neben der Darstellung des feineren Baues der Nerven-Primitivfaser, so weit solcher mit Evidenz an den dunkelrandigen, breiten oder dicken, cerebrospinalen, sogenannten markhaltigen Nervenfasern mit unsern Hülfsmitteln sich nachweisen lässt, auch eine Vergleichung der Ansichten der hauptsächlichsten früheren Forscher gegeben, und dieselben mit den Resultaten meiner Untersuchungen in Einklang zu bringen gesucht. Die Erörterungen gelten sowohl von den peripherischen wie von den centralen dunkelcontourirten Fasern. Denn was die Aehnlichkeit oder Gleichheit der centralen Nervenfasern mit den peripherischen betrifft, so herrscht darüber kaum eine Meinungsverschiedenheit unter den Forschern; man vergleiche nur *Henle's* [58]) Angaben, womit unsere übrigen besten Forscher übereinstimmen. Ich habe aber meine Untersuchungen auch auf die sogenannten marklosen, blassen, einfach contourirten, sympathischen, organischen, gangliösen, gelatinösen u. s. w. Nervenfasern ausgedehnt, und gefunden, dass ihr Bau im Wesentlichen sich nicht von dem der erstgenannten Fasern unterscheidet. Die Menge der Bestandtheile, und die Form, in welcher diese aggregirt sind, kann, meines Erachtens, nicht als etwas zum Wesentlichen in der Structur Gehöriges betrachtet werden. Trotzdem glaube ich, dass sich gewisse feinere anatomische Merkmale auffinden lassen, durch welche sich die sensitiven Nerven von den motorischen, die centralen von den peripherischen u. s. w. unterscheiden. Ich bin mit diesen Untersuchungen aber noch nicht dem gewünschten Ziele so nahe gerückt, dass ich jetzt schon einen sicheren Abschluss darin finden, oder solche als zur Veröffentlichung reif betrachten könnte. Zur Erkenntniss des feineren Baues dieser marklosen, blassen, einfach contourirten Fasern, deren Durchmesser oft unverhältnissmässig gering ist in Vergleich zu dem der doppelt contourirten Fasern, waren aber die bisher angewandten Hülfsmittel natürlich noch viel weniger zureichend, als zur Erforschung der dunkelrandigen, relativ dicken Nerven-Primitivfasern. Wenn ich also in Bezug auf diese feinen Fasern die Ansichten meiner Vorgänger vergleiche, so bleibt mir im Ganzen nur sehr Weniges aus deren Mittheilungen anzuführen übrig, was hierauf Bezug hat.

Was unsere besten Forscher, *Valentin* [59]) *J. Müller*, *Henle*, *Rudolph Wagner*, *Kölliker*, *Remak* u. v. A. über den Bau dieser feinen Fasern sagen, deutet nur mehr oder weniger darauf hin, dass bei besseren Hülfsmitteln der Untersuchung in solchen Gebilden, die man bis jetzt als „structurlos“ be-

[58]) *Henle*, Allg. Anat. p. 670.

[59]) *Valentin*, Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. p. 598.

zeichnet, eine bis jetzt noch nicht gekannte Structur entdeckt werden dürfte. Die Bezeichnung „structurlos" ist streng genommen nur das Eingeständniss unserer Unkenntniss der Structur.

Bekanntlich hatte *Remak* [60]) die von ihm entdeckten organischen Nervenfasern als eine besondere Gattung von dem sympathischen Nervensystem eigenthümlichen Elementen aufgestellt, und solche in den Controversen mit *Valentin* (1839 u. ff.) u. A. diese seine Entdeckung gegen die Verwechselung mit Bindegewebe vertheidigt. Einige Jahre später, 1842, traten *Bidder* und *Volkmann* [61]) auf, und glaubten zuerst die charakteristischen Unterschiede der sympathischen Fasern darin aufgefunden zu haben (während sie *Remak's* Fasern für nicht nervöse Theile erklärten), dass die Elemente des Sympathicus in der Regel „um das Doppelte schmäler" seien als die Cerebrospinalfasern. Indessen schon wenige Jahre nachher (1844) war das Irrige dieser Annahme über allen Zweifel gehoben. Es zeigte nämlich, noch vor dem Erscheinen der *Bidder-Volkmann*'schen Schrift, *Henle* [62]), dass dicke Fasern während ihres Verlaufes dünner werden, und also in der Bahn einer und derselben Nervenfaser Uebergänge von einer breiten zu einer schmalen Dimension Statt finden. *Bidder* und *Volkmann* selbst aber hatten diese Thatsache, „die Verdünnung der animalen Fasern", im Muskelfleische des Hechts [63]) 1842 gefunden und zugegeben, „dass die dünnen Fasern der (vermuthlichen) Endschlingen, welche ihren Durchmessern nach für sympathische gelten mussten, nur sehr verschmälerte animale seien." Auch *Valentin* [64]) wies das Haltlose der *Bidder-Volkmann*'schen Behauptungen nach. *Valentin* [65]) kommt zu dem Schluss, „dass man nicht im Stande ist, die Differenzen, welche die Vff. *(Bidder* u. *Volkmann)* statuiren, durch unsere gegenwärtige Mikrometrie festzustellen, dass es vielmehr häufige Uebergangsstufen zwischen beiderlei (dicken und dünnen) Fasern giebt, und dass die Differenzen, welche hier als Lücken erscheinen, eben so gut bei anderen, vorzüglich den stärkeren, von *Bidder* und *Volkmann* für animale gehaltenen Fasern auftreten." S. auch pag. 133 u. ff. Der weitere Beweis hiergegen wurde nachher auch noch durch *Kölliker* geliefert. Dass zwischen dicken und dünnen Fasern kein wesentlicher Unterschied gemacht werden könne, und zwar übereinstimmend mit *Valentin*, sagt *Kölliker* [66]). Das Resultat seiner genauen Untersuchungen war: „dass zwar Unterschiede zwischen den gröberen und feineren Fasern des Sympathicus und der übrigen Nerven existiren, dass jedoch dieselben nicht genügen, um zwei besondere Arten von Nervenfasern, sympathische und cerebrospinale, aufzustellen", wie *Bidder* und *Volkmann* thaten. *Kölliker* führte den Beweis dieser Ansicht (p. 11 u. ff.) ausführlich, weist (p. 12) ausdrücklich auf die „Uebergänge feiner Fasern zu gröberen" hin, und zeigt (pag. 25) die Widersprüche, in welche *Bidder* und *Volkmann* gerathen waren. An einer späteren Stelle seiner Schrift (p. 28) wiederholt *Kölliker*, dass die feinen Fasern des Sympathicus vollkommen identisch sind mit den feinen Fasern anderer Theile des Nervensystems, und auch von den gröberen durch keine wesentlichen Merkmale geschieden sind." Gleichzeitig mit *Kölliker* fand auch *Hannover* bereits, dass die dicken wie die dünnen Nerven-Primitivfasern sich in Beziehung auf ihren feinsten Bau nicht unterscheiden [67]). Seit der Veröffentlichung von *Kölliker's* Arbeit haben eine Menge von Forschern immer mehr Beiträge zu dem Grundsatze geliefert, dass zwischen dünnen und dicken Fasern ein wesentlicher Unterschied nicht besteht und dass der Durchmesser einer Faser allein also nicht ein Criterion bei der Beurtheilung einer Faser in Bezug auf ihren Bau und ihre Function abgeben darf. Dieser Grundsatz ist aber in neuerer Zeit zu einer allgemeinen Gültigkeit gelangt, seitdem wir wissen,

---

[60]) *Remak*, 1837, l. c. u. Observ. Anat. 1838.

[61]) Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen, von *F. H. Bidder* und *A. W. Volkmann*. Leipzig 1842. 8. Nebst 3 Kupfertafeln.

[62]) *Henle*, allgemeine Anat. p. 641. [63]) *Bidder* u. *Volkmann*, l. c. p. 54. 55. [64]) *Valentin*, Repertorium 1843.

[65]) *Valentin*, l. c. p. 114.

[66]) *Kölliker*, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems. 1844. 4. p. 10.

[67]) *Hannover*, recherches, 1844, p. 10.

dass dunkelrandige Nervenfasern durch Theilung sich in die allerfeinsten blassen umändern; und es konnte in der That durch nichts die Haltlosigkeit der *Bidder-Volkmann*'sche Hypothesen von den sympathischen Fasern auf eine schlagendere Weise aufgedeckt werden, als durch die gemachten Erfahrungen über die Theilung der Primitiv-Nervenfasern in ihrem Verlaufe und deren allmählige Verschmälerung, von der grössten Dimension an bis in die unmessbar feinste. Diese Erfahrungen sind durch eine lange Reihe von zuverlässigen Forschern zu einem sicheren Eigenthume der Wissenschaft geworden, nämlich durch die Arbeiten von *Savi* [68]), *Joh. Müller* und *Brücke* [69]), *Robin* [70]), *Rudolph Wagner* [71]), *Kölliker* [72]), *Kilian* [73]), *Stannius* [74]), *Ecker* [75]), *Valentin* [76]), *Reichert* [77]), *Leydig* [78]), *Corti* [79]), *H. Müller* [80]), *Hessling* [81]), *Harless* [82]), *Schulz* [83]), *Schaffner* [84]) u. A. [85])

Diesen Anschauungen gegenüber hat *Remak* in neuerer Zeit seine frühere Behauptung aufrecht zu erhalten gesucht, indem er [86]) die früher von ihm als organische, jetzt als „gangliöse" bezeichneten Nervenfasern als dadurch von den cerebrospinalen (animalen) verschieden glaubt, dass jenen „die Markscheide fehlt." *Remak* sieht also seine gangliösen Fasern als feste, immer varicös erscheinende, mit einer bindegewebigen, kernhaltigen, leicht abstreifbaren Hülle umgebene Axenschläuche an, und er zählt dahin auch „die scheinbar körnige Grundsubstanz der Retina, die sich in blasse varicöse Axenschläuche auflösen, welche an Feinheit die bisher bekannten weit hinter sich

---

68) *Savi*, in *Matteucci*, Traité des phénomènes électro-physiol. des animaux. Paris 1844. p. 321. Etudes anatomiques etc. p. 321. Tab. 1. Fig. 3.

69) *Joh. Müller*, Phys. 4. Aufl. I. 1844. S. 524.

70) *Robin*, in: Annal. d. sciences natur. Zoologie, III. Série. Tom. VII. Paris 1844. p. 243. 267.

71) *Rud. Wagner*, Handw. d. Phys. III. Abth. I. S. 371; Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig 1847. Fol. — Götting. Nachrichten 1851. Nr. 14 (am electrischen Organ des Zitterrochens, wo die feinsten Endausbreitungen der Nerven nur als einfache Striche erscheinen, selbst bei den stärksten Vergrösserungen). Götting. Nachr. 1853. Nr. 6. — Neurol. Untersuch. 1854, au den Gehörnerven von Fischen und Vögeln.

72) *Kölliker*, Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich. 1847. Heft 2. p. 92. Mikr. Anat. 747. Gewebelehre. 1855. p. 288. *Siebold* und *Kölliker's* Zeitschr. f. wiss. Zool. 1849. Bd. I. p. 162. *Kölliker* selbst bestätigte dies am N. olfactorius, wo er in der Lamina cribrosa und jenseits derselben neben einer Verdünnung der Fasern einen directen Uebergang derselben in dunkelrandige beobachtete. Beim Ochsen und Schaaf, in: Würzburger Verhandl. Bd. V. 61. 1853. Ferner an den Ausbreitungen des N. acusticus in der Cochlea der Säugethiere. Mikr. Anat. 747.

73) *Kilian*, in: *Henle* u. *Pfeufer's* Zeitschr. 1848. VII. p. 222; ibid. Bd. X. Heft1. 2. 1850 (Nerven des uterus). *Kilian* lieferte den Nachweis, dass dunkelrandige Nerven ganz allmählig sich verdünnen und blasser werden, und in sogenannte organische, gelatinöse oder embryonale (*Remak*'sche) Fasern, die seither von den meisten Forschern als Bindegewebefasern angesehen worden waren, continuirlich übergehen.

74) *Stannius*, Peripherisches Nervensystem der Fische. Rostock 1849. 4. p. 145.

75) *Ecker*, in *Siebold* u. *Kölliker's* Zeitschr. f. wiss. Zool. I. p. 39. *R. Wagner's* Handwörterb. l. c. 462.

76) *Valentin*, Lehrb. d. Phys. 2. Aufl. p. 598. Tab. II. Fig. 7. 8; p. 604 u. a. a. O.

77) *Reichert*, über d. Verhalten der Nervenfasern bei dem Verlaufe, d. Vertheilung u. Endigung in einem Hautmuskel des Frosches. *Müller's* Archiv 1851. Heft 1. p. 29. Tab. I.

78) *Leydig*, Haut der Süsswasserfische, in: Zeitschr. für wissensch. Zool. von *Siebold* u. *Kölliker*. 1851. Bd. 1. p. 8. Derselbe, in: Beitr. z. Anat. der Rochen und Haie. 1853.

79) *Corti*, an den Nerven der Lamina spiralis cochleae; *Siebold* u. *Kölliker's* Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851. Heft 2; sur l'organe de l'ouie des mammifères etc.

80) *H. Müller*: Zur Demonstration der Nerven im electr. Organ von Torpedo; in: Würzb. Verhandl. 1851. Bd. II. p. 22. Er fand in den blassen Fasern des electrischen Organs bei Torpedo eine Substanz, welche stärkere Körner und krümelige Massen abscheidet, insbesondere wenn die Theile nicht mehr ganz frisch sind (wie an dunkelrandigen Fasern).

81) *Hessling* (Hautnerven von Sorex) in *Siebold* u. *Kölliker's* Zeitschr. V. I. p. 39.

82) *Harless* (in den Ausbreitungen des N. acusticus) in dem Artikel „Hören" in *R. Wagner's* Handwörterb. Lief. XXV. p. 398. 399. Bd. IV.

83) *Schulz*, über das Vorkommen von Theilungen an den Herznerven des Eichhörnchens. Medic. Centralzeitung 1854. Nr. 10.

84) *Schaffner*, Mikroskop. Ganglien der Lymphdrüsen, in *Henle* und *Pfeufer's* Zeitschrift f. rat. Med. 1854. Hft. 1. 2.

85) Die Identität der blassen Fasern bei Embryonen und der später daraus sich entwickelnden dunkelcontourirten Fasern erkannte schon *Schwann* (Mikroskop. Untersuchungen über das Wachsthum der Thiere und Pflanzen, 1839. pag. 173, Tab. IV., Fig. 8, c. d.) durch den von ihm zuerst gesehenen und abgebildeten ununterbrochenen Zusammenhang beider.

86) *Remak*, über gangliöse Nervenfasern beim Menschen und bei Wirbelthieren, in: Monatsbericht der königl. Akad. der Wiss. in Berlin, 12. Mai 1853.

zurücklassen.“ Er meint, dass die „gangliösen“ Nervenfasern „nicht eine in unwesentlichen Punkten unterschiedene Abart der bekannten Nervenfasern darstellen, sondern Eigenthümlichkeiten zeigen, welche den neurophysiologischen Forschungen eine neue unübersehbare Bahn und neue Probleme eröffnen.“ Indessen ich finde in *Remak's* Charakteristik seiner gangliösen Fasern immerhin keinen wesentlichen Unterschied von Demjenigen, was den Bau einer animalen Faser charakterisirt. Da *Remak* die Hülle und den Axenschlauch in beiden Fasergattungen zugiebt, so muss er auch in beiden einen organischen Zusammenhang der Hülle mit dem Axenschlauch statuiren. Nach meinen Untersuchungen geschieht dieses durch die Elementarröhrchen, die Ausläufer des Axencylinders, welche sowohl die Hülle wie das Nervenmark zusammensetzen; letzteres, von *Remak* als „Markscheide“ bezeichnet [57]), soll den gangliösen Fasern fehlen. Wenn aber zwischen Hülle und Axenschlauch ein Verbindungstheil statuirt wird, so kann selbst in den feinsten (gangliösen) Fasern das Element nicht als fehlend angesehen werden, welches in den dickeren Nerven (animalen) als „Markscheide“ bezeichnet wird, mag die Menge desselben auch noch so gering sein. Man wird also von den „gangliösen“ Fasern zwar sagen können, dass der optische Ausdruck der Verbindungstheile zwischen Hülle und Axencylinder ein anderer ist, wenn man die bisher gebräuchlichen Vergrösserungen (300—400 linear) in Anwendung zieht, und dass die sogenannte Markscheide hier zu fehlen scheint; dagegen wird man bei Anwendung der höchsten brauchbaren Vergrösserungen (700—900 linear) und bei Anwendung der von mir geübten Untersuchungsmethode auch in den anscheinend feinsten, sogenannt „marklosen“ Fasern, sobald nur überhaupt Hülle und Axencylinder zu unterscheiden ist, auch deren Verbindungstheile, d. h. eine mehr oder weniger feine Schicht von Elementarröhrchen zwischen denselben, also sogenanntes „Nervenmark“ gewahren. Somit scheint mir auch die neuere Anschauung *Remak's* keineswegs beweisend für die Annahme eines wesentlichen Unterschieds zwischen animalen und gangliösen Nervenfasern.

Alle obigen Erfahrungen [58]) genügen freilich — streng genommen — keineswegs den Anforderungen, welche die Wissenschaft an die exacte Darstellung des feineren Baues der einfach contourirten, blassen, feinsten Primitivfasern machen muss. Die Wissenschaft muss positivere histologische Thatsachen für jede der betreffenden Fasergattungen fordern. Auf diese habe ich im Vorausgegangenen nur hindeuten wollen, um an anderem Orte specieller darauf zurückzukommen.

Interessante Aufschlüsse über den Bau der Nervenfaser, wie insbesondere des Axencylinders, müssten aus einer genauen Untersuchung feiner Querabschnitte der colossalen Nervenfaser, welche in das electrische Organ des Malapterurus geht, wie *Bilharz* fand und *Marcusen* bestätigte, zu erlangen sein. Durch Aufbewahrung in Chromsäure lässt sich der betreffende Theil des Fisches oder das betreffende Stück des Thiers höchst wahrscheinlich weithin versenden, ohne zur ferneren Untersuchung untauglich zu werden; und wenn *Bilharz* oder andere an den Ufern des Nils sich aufhaltende Naturforscher eine sich bietende Gelegenheit benutzen wollten, mir ein oder mehrere Exemplare dieses Thieres zur Disposition zu stellen und zuzusenden, so würde ich dankbar die Gelegenheit zu einer solchen Untersuchung benutzen.

---

[57]) *Remak* sagt hier, dass die „fetthaltige Markscheide“ der cerebrospinalen Primitiv-Nervenröhren durch Essigsäure u. a. Reagentien nicht so rasch verändert werde, als die anderen Theile der Primitivröhre. Diese Bezeichnung der Markscheide deutet darauf hin, dass *Remak's* neuere Ansicht über die Elemente des Nervenmarks von seiner ersten abweicht, und also der jetzt herrschenden allgemeinen Ansicht vom flüssigen Zustande desselben sich wahrscheinlich anschliesst. Auf diese Bemerkung *Remak's* will ich zur Berichtigung dessen, was ich oben p. 25 und 26 dieser Schrift über *Remak's* Ansicht in Betreff der Markscheide gesagt habe, hier noch nachträglich aufmerksam machen.

[58]) Auf die Verschmälerung der Nervenfasern, welche in die *Pacini*'schen Körperchen eintreten, habe ich mit Absicht hier keine Rücksicht genommen, eines Theils, weil es mir zur weiteren Begründung der betreffenden Thatsachen nicht nothwendig schien, andern Theils aber auch aus dem Grunde, weil ich über diesen Gegenstand an anderem Orte ausführlich zu reden gedenke.

RÜCKBLICK.

Aus dem Vorausgehenden ersehen wir, dass die Lehre von dem feinsten Bau der Nerven, seit letzterer mit Hülfe des Mikroskops erforscht wird, sich gewissermaassen in einen Kreise herum bewegt. Nachdem *Leeuwenhoek* [89]) erkannt zu haben glaubte, dass das Gehirn der Thiere hauptsächlich aus Röhren oder Gefässen mit flüssigem Inhalt zusammengesetzt sei, kam *Fontana* um ein Jahrhundert später zu dem Schluss, dass die faserigen Elemente des Nervensystems nicht aus hohlen Röhren, sondern aus soliden Cylindern beständen, die aber allerdings theils in dem Axencylinder, theils wohl auch — doch sagt das *Fontana* nicht genauer — in den Cylindres tortueux, welche ich als Elementarröhrchen bezeichne, — eine in Wasser unlösliche, zähflüssige Substanz enthielten. Ich muss *Ehrenberg* ganz beistimmen, wenn er sagt, dass man aus *Fontana's* Abbildungen auch den Schluss ziehen muss, dass er die Primitiv-Nervenfasern als solide Cylinder und nicht als Röhren bildlich dargestellt hat. Nach *Fontana* stellte *Ehrenberg* durch seine Epoche machenden Untersuchungen die Ansichten *Fontana's* in den Schatten, und die Nerven-Primitivfasern galten seitdem wieder als Röhren mit flüssigem Inhalte. *Ehrenberg* in seiner citirten berühmten Abhandlung theilt das Wichtigste aus *Leeuwenhoek's* Arbeiten mit und bestätigt gewissermaassen dessen Anschauungen. Indessen erkannte *Ehrenberg* wohl noch nicht *Leeuwenhoek's* Leistungen in ihrer ganzen Ausdehnung. Ich bin nämlich der Ansicht, dass *Leeuwenhoek* nicht blos die Nerven-Primitivfasern erkannt, sondern auch die grösseren Nervenzellen gesehen hat. Wenn nämlich dieser Forscher, l. c. p. 39, von den „clari ac irregulares globuli, quorum alii magnitudinem unius globuli nostri sanguinis aequabant, alii majores erant, ...“ ferner p. 41 sagt: „incidi .... in quosdam irregulares globulos diversorum magnitudinum, quorum nonnulli magnitudinem unius nostri sanguinis globuli aut attingebant, aut etiam superabant, quique .... maximam partem constabant ex tenui, translucida et oleosa materia. Hi globuli reperiuntur in parte cerebri medullosa, et praecipue ea, quae sita est loco, ubi medulla dorsalis initium sumit (also wohl auf dem Boden der 4. Hirnhöhle) in tanta copia ut videantur maximam cerebri partem constituere,“ so glaube ich, dass man hier keine andere Erklärung geben kann, als dass *Leeuwenhoek* die grossen Nervenzellen vor Augen hatte. Selbst die unter einander zusammenhängenden Fortsätze der Nervenzellen scheint *L.* beobachtet zu haben. Pag. 42 sagt er von ihnen, dass bei dem Versuche, die eng aneinander liegenden Kugeln zu trennen ... „... apparerentque mihi per fila retis modo esse contexta ...“ Bei der Untersuchung des Schafgehirns und insbesondere der Theile, „quae tendunt ad principium dorsalis medullae,“ also wiederum in der Medulla oblongata, und wahrscheinlich dem Boden der 4. Hirnhöhle, fand er noch deutlicher als bei Hühnern „.. magnos et translucidos .... oleosos globulos quasi cingi aut jacere in ineffabili copia tenuissimorum retiformium vasculorum aut lineolarum, permixtarum nonnullis crassioribus, quae postremo recta ferebantur etc....“ Diese Beschreibung wird einem Jeden treffend vorkommen, der z. B. einen Theil des Hypoglossus-Kerns eines frischen Säugethierhirns untersucht. Es ist sehr zu bedauern, dass *Leeuwenhoek* nicht eine einzige Abbildung der von ihm gesehenen Theile seiner Arbeit beigegeben hat. Wenigstens finde ich in dem vor mir liegenden Buche nicht eine einzige das Nervensystem betreffende Abbildung, während in den andern darin befindlichen Abhandlungen auf Kupferplättchen sauber gestochene Darstellungen in Menge von *Leeuwenhoek* zugegeben und meist in den Text eingedruckt sind.

Durch *Remak's* Entdeckung des Axencylinders, der in neuester Zeit endlich über alle Anzweifelung sich zu erheben beginnt, und durch meine in vorliegendem Schriftchen mitgetheilten

---

[89]) *Leeuwenhoek*, in seinem an die Societas regia Londinensis gerichteten Briefe: De structura cerebri diversorum animalium, de generatione pituitae etc. Delftae Hollandorum, 25. July 1684. S. dessen Schrift: Anatomia seu interiora Rerum, cum animatarum tum inanimatarum ope et beneficio exquisitissimorum microscopiorum detecta variisque experimentis demonstrata etc. etc. Lugdun. Batav. apud *Cornel. Boutesteyn.* 1687. 4. p. 37 u. ff.

Untersuchungen wird die Ansicht zu Gunsten *Fontana's* wieder hinübergelenkt. Wir sind aber noch weit von dem wünschenswerthen Ziele entfernt, welches uns die klare Anschauung des Baues der Nerven-Primitivfaser bietet, wie ihn die Wissenschaft fordern muss. Denn selbst wenn die von mir gegebene Darlegung der feineren Textur der Primitivfaser allgemein als richtig anerkannt werden sollte, so stehen wir dennoch wieder an einer neuen Reihe von Problemen, deren hauptsächlichste wiederum sich auf die Erkenntniss der Structur der Elementarröhrchen selbst bezieht [90]).

Bei allen künftigen Forschungen scheint mir aber die Anwendung der höheren und höchsten Vergrösserungen (700—900 linear), welche unsre jetzigen besseren Mikroskope gestatten, ohne dass das Sehfeld zu lichtarm erscheint, eine unerlässliche Forderung zu sein. Denn die jetzt gültigen Anschauungen in der Histologie der Primitiv-Nervenfaser sind wohl ausschliesslich nur die Resultate von mikroskopischen Untersuchungen, die bei 350- bis höchstens 410-facher Vergrösserung angestellt worden sind, indem der Grundsatz mehr oder weniger bei den Forschern allgemein ist, dass die Dinge, welche bei 300—400-facher Vergrösserung nicht deutlich erscheinen, bei höheren Vergrösserungen nicht klarer werden. Dieser Meinung kann ich aber zufolge meiner Untersuchungen nicht allgemein beipflichten. Denn man erkennt in der frischen Primitiv-Nervenfaser, welche bei 350-facher Vergrösserung einen ganz durchsichtigen Inhalt zu umschliessen scheint, bei noch höheren Vergrösserungen häufig genug Elemente differenter Art. Ausserdem muss ich noch auf einen andern Umstand aufmerksam machen, welcher die tiefere Erforschung mancher Gebilde bis jetzt verhindert hat, nämlich darauf, dass man alle bei 300—400-facher Vergrösserung durchsichtig erscheinenden Theile der Nervenfasern ohne Weiteres für Flüssigkeiten oder für structurlose Theile gehalten hat, obwohl man unter Umständen darin festere Theile oder faserige Gewebe erkannte. Seit *Leeuwenhoek* und *Ehrenberg* galt daher das „Nervenmark" als eine Flüssigkeit, und selbst *Valentin*, welcher den Inhalt der Nervenröhren, das Mark also [91]), als „eine krumige Masse, welche theils gesonderte gebogene Fäden, theils mehr isolirte, unregelmässige Körperchen bildet," erkannte, nahm dennoch, weil im frischen Zustande „der Inhalt durchsichtig, farblos, hell, ölig" erschien — keine differenten Theile des Nervenmarks an. Eben so galt der Axencylinder vielen Forschern für eine Flüssigkeit, oder, wie z. B. *Bidder* [92]), für die Folge der Zersetzung des Inhalts todter Nervenfasern, weil er an ganz frischen nicht nachweisbar ist, und wo wiederum die Durchsichtigkeit der Theile es war, aus welcher die unrichtigen Schlüsse gezogen wurden. Ob wir aber — selbst unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse — mit den uns zu Gebote stehenden Hülfsmitteln jemals zu der erwünschten Erkenntniss gelangen — das ist die Frage.

„Uns'rem Erdball gleich, in der Schwingungen ewigem Kreislauf,
„Also erstrebet der Geist ewig vergebens sein Ziel."

(A. v. D.)

---

[90]) Es is nicht meine Absicht gewesen, eine vollständige historische Darlegung der verschiedenen Streitfragen, welche in Bezug auf den Bau der Primitiv-Nervenfaser ventilirt worden sind, hier zu geben. Nur das, was mir für meinen Zweck gerade am wichtigsten zu sein schien, habe ich berührt. Eine bis zum Jahre 1840 gehende ziemlich vollständige historische Darstellung der mikroskopischen Forschungen im Gebiete der Nervenanatomie findet sich in *Köstlin's* Schrift: Die mikroskopischen Forschungen im Gebiete der menschlichen Physiologie, dargestellt von *Otto Köstlin*. Preisschrift. Stuttgart 1840. 8. pag. 6—52.

[91]) *Valentin*, 1836. Nov. Act. Tom. XVIII. p. 70. 72. [92]) *Bidder*, p. 19. 1847. l. c.

ZWEITE ABTHEILUNG.

Ueber den Bau der Nervenzelle.

Vergl. hierzu Tab. I. Fig. 10—13. Tab. II. Fig. 14. 15. 32—57.

Wenn man ein frisches Rückenmark oder ein grösseres Ganglion, z. B. das Ganglion Gasseri, vom Kalbe, Ochsen oder einem andern grösseren Säugethiere, auf die bekannte Weise in Chromsäure härtet und, wie oben angegeben wurde, mittelst eines sehr scharfen Rasirmessers Abschnitte aus der grauen Substanz der Vorderhörner, oder aus den verschiedenen Schichten des Ganglions, der Länge oder der Quere nach nimmt, Abschnitte, welche $1/300'''$ bis höchstens $1/100'''$ dick, also so fein sind, dass sie auch bei den stärksten Vergrösserungen unter dem Mikroskope noch durchsichtig genug erscheinen, um mit aller wünschenswerthen Klarheit die einzelnen Elemente erkennen zu lassen; — wenn man alsdann einen solchen Abschnitt auf ein Glastäfelchen bringt, denselben mit Alkohol, destillirtem Wasser, verdünnter Chromsäure oder einer Chlorcalciumsolution befeuchtet, und hiernach denselben, mit einem entsprechend dünnen Deckgläschen bedeckt, mikroskopisch untersucht, wobei es wiederum, wie bei Untersuchung der Nerven-Primitivfaser, unumgänglich nothwendig ist, zuerst mit ganz schwachen und allmählig verstärkten Vergrösserungen die einzelnen im Abschnitt enthaltenen grossen Nervenzellen mit einander zu vergleichen, und die für die höchsten Vergrösserungen geeignetsten auszusuchen und in den Focus des Mikroskops einzustellen, d. h. die dünnsten Stellen des feinen Abschnitts, wenn sie grosse Nervenzellen enthalten, in die Mitte des Sehfeldes zu bringen, — alsdann erkennt man bei Anwendung einer 700—900-maligen linearen Vergrösserung der besseren Mikroskope die folgenden Thatsachen.

1) Die Hülle oder Scheide der Zelle.

Die Hülle oder Scheide der Zelle findet sich an einer jeden Nervenzelle mehr oder weniger deutlich, insbesondere an denjenigen Zellen, deren Parenchym durch die Wirkung der Chromsäure oder des Alkohols (wenn das Präparat nach Härtung in Chromsäure kürzere oder längere Zeit in Alkohol aufbewahrt worden war) zusammengeschrumpft und aus diesem Grunde von der umgebenden Masse der benachbarten Nervensubstanz, resp. von seiner Hülle, zurückgezogen oder (mit Ausnahme

der Stellen, wo die grossen Fortsätze der Zellen abgehen) abgerissen, gleichsam isolirt worden ist, dergestalt, dass bei einer 200—400-maligen Vergrösserung das Ansehen eines leeren, unregelmässig geformten Raumes an den meisten Stellen zwischen Parenchym und Hülle der Zelle entsteht, der an verschiedenen Stellen der Zelle (Peripherie des Parenchyms) verschieden breit ist. Untersucht man mit 700—900-facher Vergrösserung diesen anscheinend leeren Raum und die ihn begränzenden Theile sowohl der Zellen-Parenchym-Peripherie wie der Zellenhülle, alsdann findet man, dass die den leeren Raum nach aussen begränzenden Theile an vielen Stellen eine doppelte Contour zeigen. Diese Doppel-Contour ist aber an vielen Punkten unterbrochen, und niemals findet man sie, unter diesen Verhältnissen, als eine ununterbrochene, das ganze Zellen-Parenchym gleichsam umkreisende oder umhüllende Doppelcontour. Häufig erscheint nur ein kleines Fragment dieser Doppelcontour an einer oder der andern Seite der Zelle, an allen übrigen Stellen um die Peripherie derselben herum ist nur ein undeutliches Gewirre von anscheinend faserigen oder verfilzten Massen sichtbar. Fasst man die betreffenden, als Doppelcontour deutlich hervortretenden Stellen der sogenannten Hülle bei den höchsten Vergrösserungen scharf in's Auge, alsdann sieht man, dass dieselbe aus Theilen von Fasern oder Röhrchen zusammengesetzt ist, welche an Form, Grösse, Farbe und in der Art ihres Verlaufes ganz und gar den feinsten Elementen gleich sind, welche ich im Vorhergehenden als die constituirenden Bestandtheile der Hülle und des Markes und Axencylinders der Nerven-Primitivfasern beschrieben und als Elementarröhrchen des Nervensystems bezeichnet habe. Mit andern Worten: an allen Stellen der die Peripherie des Zellen-Parenchyms nach aussen zunächst umgebenden Nervenzellen-Masse, in welcher ein Elementarröhrchen, kürzere oder längere Strecke in Continuität in dem feinen Abschnitte verlaufend, in der betreffenden Focaldistanz scharf hervortritt, da erblicken wir die erwähnte Doppelcontour, welche demnach, nach unserer Deutung, nichts anders ist, als eine grössere oder kleinere Strecke eines in Continuität in einer und derselben Ebene verlaufenden Elementarröhrchens. Diese in Continuität erscheinende Strecke des Elementarröhrchens ist bald kürzer, bald länger, niemals sah ich dieselbe auch nur den vierten Theil der Peripherie der Zelle umkreisen, ohne unterbrochen zu sein.

Die Unterbrechung der Doppelcontour geschieht dadurch, dass das betreffende Stück des Elementarröhrchens aus der einen Ebene in eine andere, oder aus der centripetalen Richtung in die centrifugale übertritt und umgekehrt. Da nun dieser Verlauf eines Elementarröhrchens aus der einen Richtung in die andere sehr häufig auch in einer und derselben Ebene stattfindet, also aus der Hülle gegen das Parenchym der Zelle hin, oder von der Hülle gegen eine benachbarte Zelle hin gerichtet erscheint, so ist es nicht schwer, die unmittelbaren Fortsetzungen der Elementarröhrchen aus der Zellenhülle zu dem Parenchym auf das Bestimmteste wahrzunehmen. Wenn der zwischen Hülle und Zellenparenchym durch die obenerwähnte Wirkung der angewandten härtenden Substanzen künstlich bewirkte, anscheinend leere Raum oder Spalt ein breiter ist, so sieht man die abgerissenen Enden der aus der Zellhülle zum Parenchym der Zelle (und umgekehrt) verlaufenden Elementarröhrchen oft in grösserer oder kleinerer Zahl, in dem genannten Raume oder Spalte befindlich, an einer Stelle noch deutlich in Continuität mit der Doppelcontour der sogenannten Hülle, oder mit einem Punkte in der Peripherie des Parenchyms der Zelle. Ausserdem findet man in dem erwähnten Spalt eine grössere Anzahl von Fragmenten solcher Elementarröhrchen, die an beiden Seiten durch die Präparation abgerissen oder abgeschnitten, ausser allem sichtbaren Zusammenhange mit dem Parenchym oder der Hülle der Zelle erscheinen. Ist der Spalt dagegen nicht zu breit, so findet man eine grosse Menge von Elementarröhrchen, welche die Hülle und das Parenchym der Zelle mit einander verbinden, in ungetrennter Continuität, mehr oder weniger geschlängelt, oder straff angespannt, in den genannten Räumen verlaufend. Vergl. Fig. 10—15.

Da, wie oben bereits erwähnt, die in einer und derselben Ebene verlaufenden Elementarröhrchen nur kurze Strecken hindurch die eine Richtung beibehalten, so findet man an den meisten,

wo nicht an sämmtlichen mit dünner Hülle versehenen Zellen, die man in einem feinen Abschnitte, z. B. aus dem Rückenmarke, vorfindet, immer nur grössere oder kleinere Fragmente der sogenannten Zellenhülle, niemals die ganze Peripherie des Zellenparenchyms von der Doppelcontour der Zellenhülle umgeben. Vielmehr erscheinen alle diejenigen Stellen des Zellenparenchyms, um welche herum die Doppelcontour der Hülle mangelt, von einem filzartigen, überaus dichten, unentwirrbaren Netzwerke von Elementarröhrchen umsponnen, in welchem man die Contouren oder Röhrchen, welche die Hülle bilden, durchaus nicht isolirt zu unterscheiden im Stande ist. An diesen Stellen kann man also von einer abgesonderten Hülle der Nervenzelle nichts erkennen. — Nicht selten ist dieses Filzwerk von Elementarröhrchen um das Parenchym der Zelle herum so dicht und verworren, dass an keiner Stelle der Zellen-Peripherie eine Doppelcontour in längerer Strecke an dem Platze der Hülle wahrgenommen wird, und solche Abschnitte oder Präparate bieten alsdann das Bild einer in die umgebende Nervenmasse eingelagerten hüllenlosen oder nackten Zelle, respective eines hüllenlosen Zellenparenchyms. Insbesondere findet man ein solches Verhalten häufiger an den Zellen in den Centralorganen des Nervensystems, weniger oder gar nicht an den peripherischen Nervenzellen. Indessen ergeben vielfache und an verschiedenen Präparaten von den Rückenmarken aus verschiedenen Thierclassen, insbesondere von Petromyzon fluviatilis angestellte Untersuchungen, dass auch eine jede centrale Nervenzelle ihre Hülle hat; und ich habe nicht selten Zellen im Rückenmarke von Petromyzon gesehen und bewahre die betreffenden Präparate auf, an welchen die Doppelcontour der Hülle an vielen Punkten zwar unterbrochen, aber doch so evident in der ganzen Peripherie des Zellenparenchyms erscheint und über die Fortsätze der Zelle sich erstreckt, dass die Existenz einer besondern Hülle der centralen Nervenzelle nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen durchaus zugelassen werden muss. An vielen Hüllen dieser Art sticht die dunkelblaue Farbe der Doppelcontour dergestalt hervor, dass die Erkenntniss der Hülle zur Evidenz erhoben wird. Die Breite der Doppelcontour beträgt meist $^{1}/_{1500}'''$, die beiden Ränder erscheinen schwarz, der hellere Raum zwischen ihnen hellblau. Die Fortsätze zwischen der Parenchym-Peripherie und der Zellhülle sind meist viel feiner, oft unmessbar. Ueber die histologische Beschaffenheit der Hülle werde ich weiter unten noch genauer reden.

2) Das Parenchym der Zelle.

Das Parenchym der Zelle begreift streng genommen Alles in sich, was in der sogenannten Zellenhülle eingeschlossen ist, also auch zugleich den Kern und das Kernkörperchen der Zelle. Da jedoch der Kern und das in ihm eingeschlossene Kernkörperchen so auffallende und anscheinend differente, streng von einander gesondert scheinende Theile der Zelle darstellen, also eine specielle, detaillirte Betrachtung erfordern, so beschreibe ich hier nur unter dem Begriff des Zellen-Parenchyms denjenigen Inhalt der Zellenhülle, welcher um den Nucleus sammt Nucleolus herumgelagert ist.

Das Zellenparenchym erscheint auf den ersten Blick als eine granulirte Masse, meist von etwas dunklerer Farbe als die übrigen Theile der Zelle, gelblich, oder bläulich, oder grünlich. Dasselbe zeigt an den meisten Stellen seiner Peripherie einen scharf ausgeprägten Rand, an andern Stellen eine weniger scharfe Gränze. Der scharfe Rand wird durch eine doppelte Contour bedingt, welche die nämliche Beschaffenheit hat, wie die Doppelcontour, durch welche die Zellhülle in die Erscheinung tritt; d. h. die Doppelcontour des Zellenparenchyms ist an unzähligen Stellen unterbrochen, umkreist also das Zellenparenchym keineswegs in seinem ganzen Umfange als eine continuirliche Doppellinie. Die Unterbrechungen der Continuität dieser Doppelcontour des Zellenparenchyms entstehen dadurch, dass ein Theil der Doppelcontour von dem Rande des Zellenparenchyms aus bald nach innen, in centripetaler Richtung, in die Masse des Zellparenchyms sich einsenkt, und — nach kürzerem oder längerem Verlaufe in einer und derselben Ebene, obwohl in verschiedenen Richtungen, gerade

geschlängelt u. s. w. — abgeschnitten aufhört, dem Auge also entschwindet, indem sie in andere Ebenen sich umbiegt; — bald von dem Rande des Zellenparenchyms nach aussen, in centrifugaler Richtung, gegen die Zellenhülle hin sich entfernt, und hier ebenfalls, bald kürzere bald längere Strecken in einer Ebene verlaufend, bald gerade bald geschlängelt und in den verschiedensten Richtungen in Continuität erscheinend, und dann in andere Ebenen übergehend, dem Auge entschwindet, oder, vom Schnitt in verschiedenem Winkel getroffen, das abgeschnittene Ende darbietet. An allen den Stellen, wo die Doppelcontour erscheint, obwohl ihre Continuität unterbrochen ist, indem die die Contour bildenden Strecken der Elementarröhrchen sich vom Rande des Zellenparenchyms nach innen oder nach aussen entfernen — an allen diesen Stellen treten, an den Platz der abbeugenden Elementarröhrchen, andere in der betreffenden Richtung am Rande des Zellenparenchyms, eine kürzere oder längere Strecke in Continuität sichtbar, auf, dergestalt, dass bei oberflächlicher Untersuchung die Doppelcontour ununterbrochen um den grössten Theil des Zellenparenchyms sich herum zu erstrecken scheint. Die Doppelcontour erscheint aber, bei sorgfältiger Untersuchung, in Wahrheit nur in kurzen Strecken in Continuität, und man findet wahrhaft continuirliche Strecken derselben kaum so lang, dass sie $^1/_{20}$ des Umfangs des Zellenparenchyms bilden oder begränzen. An vielen Stellen des Zellenparenchym-Randes ist aber die Doppelcontour so undeutlich oder gar nicht vorhanden, dass eine bestimmte Gränze des Zellenparenchyms und der Zellenhülle auch bei der angestrengtesten Beobachtung gar nicht wahrgenommen werden kann.

Die Doppelcontour des Zellenparenchyms erscheint unter dem Mikroskop von der nämlichen Beschaffenheit in Form, Farbe, Verlauf, wie die Doppelcontour, welche die sogenannte Zellenhülle bildet; d. h. sie ist aus meist $^1/_{1500}'''$ breiten Elementarröhrchen zusammengesetzt, wie jene.

Die übrige Masse des Zellenparenchyms erscheint als eine unentwirrbare Masse von kürzeren oder längeren Fragmenten faserähnlicher Theile, resp. feiner oder feinster Elementarröhrchen, und von anscheinend körnigen Massen der verschiedensten Form und Grösse.

a. Die faserartigen Massen oder die den Elementarröhrchen ähnlichen Massen erscheinen bald in kürzeren, bald in längeren Strecken in Continuität an den verschiedensten Stellen des Zellenparenchyms. Die meisten derselben lassen sich nur ganz kurze Strecken, $^2/_{1500}$ — $^3/_{1500}$ — $^4/_{1500}'''$ oder etwas weiter in Continuität verfolgen; sie verlaufen mehr oder weniger gebogen oder geschlängelt, seltener oder fast nie in gerader Linie. In seltenen Fällen verfolgt man eine solche faserartige Masse durch $^1/_4$ oder die Hälfte der Dicke des ganzen Zellenparenchyms in Continuität, in sehr seltenen Fällen durch die ganze Dicke des Zellenparenchyms von seinem äusseren Rande bis zum Nucleus oder in dessen Nähe, oder selbst in das Innere des Nucleus hinein. Alle diese in Continuität erscheinenden faserähnlichen Massen zeigen sich dann als hellere Räume im Innern des Parenchyms, begränzt von zwei dunklen Linien, die aber selbst nicht ohne alle Unterbrechung ihrer Continuität auftreten, sondern beide häufige Unterbrechungen zeigen, indem Communicationen mit andern benachbarten hellen Räumen in den verschiedensten Winkeln sichtbar werden.

Alle diese kürzeren und längeren Strecken der hellen Räume oder faserähnlichen Massen im Zellenparenchym sind gewöhnlich $^1/_{1500}'''$ — $^1/_{3000}'''$ breit oder schmäler, und weichen, so weit die mikroskopische Untersuchung zu ermitteln gestattet, weder in Form noch im Verlauf von den Gebilden ab, welche ich im Vorigen als Elementarröhrchen beschrieben habe. Es möge daher gestattet sein, dieselben bis auf Weiteres als Elementarröhrchen der Nervenzellen zu bezeichnen. In manchen Zellen scheinen diese feinen Röhrchen eine bestimmtere Richtung, der Mehrzahl nach, zu haben, indem sie in mehr gerader Linie oder bogenförmig von einem Zellenfortsatz hin gegen die Mitte der Zelle, resp. gegen den Nucleus hin, verlaufen, anscheinend viele in paralleler Richtung. Jedoch in den allermeisten Fällen ist eine bestimmte Richtung im Verlauf dieser Elementarröhrchen nicht aufzufinden. Der allercomplicirteste, verworrenste Verlauf scheint gleichsam die Regel zu sein, und das ganze Gerüste

des Zellenparenchyms scheint aus einem auf das Dichteste mit einander verfilzten Gewebe oder Netzwerk feinster Fasern oder Röhrchen, die in den allerverschiedensten Richtungen verlaufen, mit einander communiciren, sich kreuzen u. s. w. geschaffen zu sein, welches genauer zu analysiren mit unseren jetzigen Hülfsmitteln keinem Forscher vergönnt sein dürfte.

b. Die körnigen Massen, welche das Parenchym der Zelle erfüllen, respective in feinen Abschnitten, welche Zellen enthalten, erscheinen, treten in den allerverschiedensten Formen und Grössen auf; sie sind kleiner und grösser, rundlich, länglich, dreieckig, viereckig, vieleckig u. s. w. Die kleinsten Massen dieser Art, als kleine hellblaue, rundliche Punkte erscheinend, haben oft nur $^1/_{3000}$ bis $^1/_{1500}$''' Durchmesser, die grösseren sind dem Nucleolus der Zelle an Durchmesser gleich. Grösser als der Nucleolus wird man aber wohl niemals eine solche körnige Masse in dem Zellenparenchym auffinden. In den meisten Fällen scheinen diese körnigen Massen ohne eine bestimmte Ordnung in dem Zellenparenchym nebeneinander zu liegen, in manchen Fällen scheinen sie mehr regelmässig gelagert zu sein, und zwar entweder der Länge nach, gleichsam Reihen bildend, rosenkranzartig, insbesondere nahe an der Peripherie und an den vom Nucleus entfernteren Stellen, da wo die grossen Fortsätze von der Zelle abgehen; oder zu concentrischen Kreisen zusammengereiht, um den Nucleus herum in grösserer oder kleinerer Strecke. Die grösseren körnigen Massen sind oft der Querdurchschnittsfläche eines Axencylinders einer Primitivfaser täuschend ähnlich, oder dem Nucleolus einer Nervenzelle selbst, indem sie innerhalb der dunklen äusseren, meist nicht geschlossenen oder nicht continuirlichen Begränzung einen helleren Raum oder eine hellere Schicht, und in der Mitte dieser wieder einen dunkleren Punkt einschliessen. Solche körnige Gebilde, die der Querdurchschnittsfläche eines Axencylinders oder dem Nucleolus einer Zelle ähneln, findet man an den verschiedensten Stellen des Zellenparenchyms, in der Nähe der von den Zellen abgehenden grossen Fortsätze, ganz am Rande des Parenchyms zwischen Hülle und Parenchym u. s. w.

Die Deutung dieser körnigen Massen lässt Vieles zu wünschen übrig. Doch glaube ich, dass die kleinsten, runden oder rundlich geformten Massen dieser Art als die Querdurchschnittsflächen von feinen Elementarröhrchen betrachtet werden müssen; da diese das Zellenparenchym in den gewundensten, allerverschiedensten Richtungen durchziehen, so begreift es sich leicht, dass ein ganz feiner Abschnitt von einer Zelle diese Röhrchen in den allerverschiedensten Winkeln treffen muss. Ihre Querdurchschnittsflächen müssen deshalb auch sehr verschiedene Formen darbieten.

Die grösseren körnigen Gebilde, welche einem Axencylinder-Querschnitt oder einem Nucleolus ähnlich sind, müssen vielleicht als die Querdurchschnittsflächen von wirklichen Axencylindern angesehen werden, und zwar von Axencylindern solcher Primitiv-Nervenfasern, welche sich in die betreffende Zelle einsenken, resp. von ihr entspringen. Die Frage über diesen Punkt ist zwar noch nicht bis zu dieser Weite gediehen, und dürfte noch lange der Entscheidung harren. Wenn es aber, wie doch höchst wahrscheinlich, einen unmittelbaren Uebergang von Primitiv-Nervenfasern in ihrer Totalität in Nervenzellen giebt, alsdann lässt sich annehmen, dass die in die Zelle eingetretene Primitivfaser an den verschiedensten Stellen der Zelle von dem Schnitt getroffen werden, also auch die Querdurchschnittsfläche des Axencylinders an den verschiedensten Stellen der Zelle unter dem Mikroskop zeigen kann. Da eben so der Winkel, unter welchem der Schnitt durch den präsumtiven Axencylinder innerhalb der Zelle fällt, ein sehr verschiedener sein muss, je nach der Richtung des Schnitts und der Lage des Axencylinders, so ist auch die verschiedene Form der Querdurchschnittsfläche, welche der Axencylinder innerhalb der Zelle darbieten muss, erklärlich [93]).

---

[93]) Ich verwahre mich hier gegen die Unterstellung, dass die von mir bezeichneten körnigen Gebilde des Nervenzellen-Parenchyms mit Kernen der Scheide oder mit Epithelialgebilden auf der äusseren oder inneren Fläche der Zellenhülle von mir wären verwechselt worden. Da ich nicht ganze, unverletzte Zellen, sondern die verschiedenen feinen Segmente

In vielen Zellen erscheint im Parenchym, an den verschiedensten Stellen desselben, unter der als Anhäufung dunklen Pigments bekannten Form, ein verschieden grosser und unregelmässig geformter dunkler Fleck, aus feinkörniger Masse bestehend. Diese Masse ist in manchen Zellen (Substantia nigra *Sömmerringii,* Locus coeruleus erwachsener Menschen z. B.) durch das ganze Zellenparenchym zerstreut, bald nur an beschränkteren Stellen desselben vorhanden (Hyppoglossus-Kern u. a. O.). Bei Kindern und jungen Thieren sind solche Pigmentablagerungen in Zellen, die bei Erwachsenen constant gefärbt sind, nicht vorhanden. Da ich ausführliche Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt habe, so gedenke ich darauf an anderem Orte speciell zurückzukommen.

3) Der Kern, Nucleus.

In allen Zellen, welche auf feinen Abschnitten den Kern enthalten oder zeigen [94]), erscheint derselbe bald heller, bald dunkler als das Parenchym der Zellen [95]), nicht selten — bei schwachen Vergrösserungen — von braunrother Farbe, häufig auch eben so gefärbt oder das Licht brechend, wie das Zellenparenchym selbst. Seine Lage ist meist excentrisch. Die Gestalt des Kerns ist zwar im Allgemeinen rundlich oder oval, aber niemals bildet seine Gestalt eine absolute Kreis-, Kugel- oder Oval-Form. Wenn man auch bei schwächeren Vergrösserungen die Form des Kerns anscheinend kreisrund gewahrt, so findet man bei den höchsten Vergrösserungen, dass diese Form von der strengen Kreisform abweicht. Die Peripherie oder Begränzungslinie des Kerns zeigt vielmehr an den meisten Stellen Ein- und Ausbuchtungen, Vorsprünge und Vertiefungen sehr unregelmässiger Art, wellen-, sägezahn-, schlangenförmig, oft mehr oder weniger hervorstechend. In seltenen Fällen findet man den Kern gleichsam gestielt, oder mit einem dicken schwanzartigen Anhange versehen, s. Fig. 12. Taf. I.

Die Begränzung oder die Peripherie des Nucleus zeigt aber an vielen, resp. den meisten Stellen eine doppelte Contour von höchstens $^1/_{1500}$''' Breite, aus zwei dunklen Linien bestehend, welche einen helleren Zwischenraum einschliessen. Diese Contour bildet aber nicht eine ununterbrochene Doppellinie um den ganzen Nucleus herum, sondern diese Doppelcontour ist an unzähligen Stellen der Peripherie des Nucleus in ihrer Continuität unterbrochen, ganz in derselben Weise, in welcher die Doppelcontour des Zellenparenchyms unterbrochen ist. Alles, was ich von der Doppelcontour des Zellenparenchyms gesagt habe, müsste ich von derjenigen des Nucleus hier wiederholen; daher ich auf jene Beschreibung verweisend nur hier die Bemerkung hervorheben will, dass man aus der Doppelcontour des Nucleus, an den unzähligen Stellen, wo sie unterbrochen ist, feine Ausläufer oder Fortsätze dieser Contour sowohl in centrifugaler Richtung in das Zellenparenchym eintretend, wie in centripetaler Richtung in das Parenchym des Nucleus, gegen den Nucleolus hin, verlaufend sieht. — Diese Ausläufer kann man bald kürzere, bald längere Strecken in den genannten Richtungen verfolgen. Nicht selten verfolgt man einzelne, in ihrem mehr geschlängelten Laufe, bis nahe an die Peripherie des Zellenparenchyms, andere bis zu dem Nucleolus durch das ganze Parenchym des Nucleus hindurch. Da ihre physikalischen Eigenschaften, insoweit sie mit dem Mikroskop zu erforschen sind, ganz mit den Ausläufern der Doppelcontour des Zellenparenchyms wie der Zellenhülle übereinstimmen, so muss

---

einer und derselben Zelle nach einander untersucht, in zahlreichen Fällen untersucht habe, so habe ich hinreichend Gelegenheit und Uebung gehabt, unterscheiden zu lernen, was auf der Oberfläche und was in dem Inneren des Parenchyms einer Zelle sich vorfindet.

[94]) Es finden sich in den dünnen Abschnitten begreiflicher Weise häufig grosse Zellen vor, in denen kein Kern sichtbar ist, weil der Abschnitt mehr oder weniger verstümmelte Zellen enthält, deren Kern in dem, im betreffenden Abschnitte nicht enthaltenen, Reste der Zelle zurückgeblieben ist.

[95]) Es versteht sich von selbst, dass die pigmentirten Stellen der Zellen hier eine Ausnahme bilden, und dass Alles, was von der Farbe des Zellenparenchyms und des Zellenkerns vergleichungsweise gesagt wird, hier nur von nichtpigmentirten Zellen angenommen, oder ohne Rücksicht auf das Pigment der Zellen gesagt wird.

es gestattet sein, diese Doppelcontour des Kerns sowohl wie die Ausläufer dieser Doppelcontour in derselben Weise zu deuten, wie das oben von derjenigen des Zellenparenchyms versucht worden ist, d. h. dieselben als Elementarröhrchen zu betrachten, welche auf das Mannichfaltigste mit einander communiciren.

Das Parenchym des Nucleus verhält sich im Ganzen eben so wie das im Vorhergehenden beschriebene Zellen-Parenchym, das den Nucleus ringsum einschliesst. Auf den ersten Blick, insbesondere bei den schwächeren Vergrösserungen, erscheint es als eine körnige Masse, in welcher die dunkleren Punkte bald dichter, bald weniger dicht gehäuft erscheinen, und aus diesem Grunde dem Kern bald ein dunkleres, bald ein helleres Ansehen geben, als dem ringsum gelagerten Zellenparenchym. Bei Anwendung der höchsten Vergrösserungen gewahrt man aber bald, dass das Parenchym des Kerns, eben so wie das umgebende Parenchym der Zelle, aus einer grossen Masse von Faser- oder Röhrchen-Fragmenten und zwischengelagerten Körner- oder Kern-artigen Massen besteht, welche in keiner auffallenden Weise von den analogen Bestandtheilen des Zellenparenchyms abweichen.

a. Die Faser- oder Röhrchen-ähnlichen Theile bilden mehr oder weniger lichte Räume, zu beiden Seiten von dunklen Linien begränzt, höchstens $^{2}/_{1500}'''$ breit, an vielen Orten schmäler; diese Räume stehen mit benachbarten unter den verschiedensten Winkeln in Verbindung, und ihre Begränzungslinien sind an unzähligen Stellen unterbrochen. Alles was ich von den physikalischen, durch's Mikroskop erkennbaren Eigenschaften der im Zellenparenchym befindlichen hellen Räume gesagt habe, muss ich auch von den im Parenchym des Zellenkerns befindlichen in jeglicher Beziehung wiederholen, und daher wird es auch passend erscheinen, dass ich diese Räume im Parenchym des Nucleus als Fragmente von Elementarröhrchen bis auf Weiteres bezeichne. Diese Elementarröhrchen des Nucleus verfolgt man also in kürzerer oder längerer Strecke in Continuität innerhalb des Parenchyms des Nucleus selbst. In seltenen Fällen gelingt es, ein solches Röhrchen durch die ganze Dicke des Nucleus, von der Doppelcontour desselben an bis zum Nucleolus hin, in ungetrennter Continuität zu verfolgen, in noch selteneren Fällen verfolgt man solche Elementarröhrchen von Nucleolus an nicht blos durch die ganze Dicke des Nucleus hindurch bis zu dessen Doppelcontour, sondern selbst jenseits dieser bis in das Zellenparenchym, eine kleinere oder grössere Strecke gegen die Zellenhülle hin, in centrifugaler Richtung verlaufend. Die Lagerung oder anatomische Anordnung dieser Elementarröhrchen im Parenchym des Nucleus scheint die nämliche zu sein, wie in dem Zellenparenchym, d. h. eine bestimmte Anordnung derselben ist mit dem Mikroskop dort eben so wenig aufzufinden wie hier; der allercomplicirteste, gewundenste Verlauf dieser Röhrchen in den allerverschiedensten Richtungen scheint hier eben so die Regel zu sein wie dort.

b. Die körnigen Massen im Parenchym des Nucleus verhalten sich gleichfalls in der nämlichen Weise wie in dem Zellenparenchym. Alles, was ich von der Form, Grösse, Lagerung der im Zellenparenchym enthaltenen körnigen Massen gesagt und über die Deutung derselben mitgetheilt habe, muss ich in gleicher Weise von den im Parenchym des Nucleus enthaltenen körnigen Massen wiederholen. Die meisten sind rundlich oder oval, eckig oder von unregelmässiger, verschiedener Form. Ihre Grösse variirt von den unmessbar feinen Punkten an, und von $^{1}/_{3000}$ bis $^{1}/_{1500}'''$ Durchmesser bis zu der Grösse des Nucleolus der betreffenden Zelle; niemals findet man dieselben auffallend grösser als den Nucleolus selbst. Die Zahl dieser grossen körnigen Massen ist verschieden; ich fand zuweilen bis zu vier solcher in einem einzigen Nucleus, in manchen nur eine einzige körnige Masse dieser Grösse. Ihre Lage in dem Parenchym des Nucleus ist nicht bestimmt; man findet sie bald nahe am Rande, respective nahe der Doppelcontour des Nucleus, bald näher dem Nucleolus oder an letzterem unmittelbar ansitzend, kurz — an den verschiedensten Stellen im Parenchym des Nucleus. Sie sind in histologischer Beziehung von derselben Beschaffenheit, wie oben bei dem Zellenparenchym angegeben wurde, der Querdurchschnittsfläche eines Axencylinders oder dem Nucleolus einer Zelle ähnlich, nur

nicht immer so scharf in den Umrissen. Manchmal aber sind dieselben dem Nucleolus in Grösse, Form, Farbe und Bestandtheilen so täuschend ähnlich oder gleich, dass man einen Nucleus mit mehrfachen Nucleolis hier zu sehen glaubt. Zuweilen scheinen diese körnigen Massen regelmässig, wie in concentrischen Kreisen, um den Nucleolus herum gelagert, in den meisten Fällen ohne Regel anscheinend verworren durcheinander zu liegen. Die Deutung der kleineren körnigen Massen als Quer- und Schrägdurchschnittsflächen von Elementarröhrchen, und der grösseren als Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Axencylindern solcher Primitiv-Nervenfasern, die sich in das Innere der Zelle fortsetzen, — dürfte aus gleichen Gründen, die ich oben bei Beschreibung der betreffenden Massen des Zellenparenchyms angedeutet habe, bis auf Weiteres gestattet sein.

4) Der Nucleolus, das Kernkörperchen.

In allen den Zellen, welche den Nucleolus enthalten [96]), tritt derselbe in fast allen Fällen in einer scharf markirten Weise in Erscheinung. Auf den ersten Blick und bei den schwächeren Vergrösserungen erscheint er bald heller bald dunkler als das umgebende Parenchym des Nucleus, von einer scharfen, dunklen Contour umgeben, himmelblau oder dunkelblau, oder grünlich, von runder oder ovaler Form, fast niemals in der Mitte des Kerns, sondern fast immer excentrisch, nicht selten unmittelbar oder nahe an einem Punkte des Randes des Nucleus, nächst der innern Gränze des Zellenparenchyms liegend. Bei Anwendung der höchsten Vergrösserungen und bei sorgfältiger Untersuchung findet man, dass die äussere Contour des Nucleolus niemals eine geschlossene, ununterbrochene Linie bildet, und auch niemals eine streng mathematische Kreislinie oder ein Oval darstellt. Vielmehr ist diese äussere Contour des Nucleolus — in den meisten Fällen recht auffallend breit, wohl $^1/_{2000}$ bis höchstens $^1/_{1500}'''$, und von dunkelschwarzer Farbe — mit feinen zahnartigen Ein- und Ausbuchtungen an mehr oder weniger zahlreichen Punkten versehen, die oft auffallend hervorspringen, und eben so an mehr oder weniger zahlreichen Punkten in ihrer Continuität unterbrochen. — Die Unterbrechungspunkte sind oft nur ganz fein, so dass sie erst bei der angestrengtesten, aufmerksamsten Beobachtung wahrgenommen werden; in den meisten Fällen ist es aber ganz leicht, die Nichtcontinuität der äusseren Contour des Nucleolus zu constatiren. Alsdann sieht man, dass von allen oder von den meisten Punkten, in welchen die dunkle Contour unterbrochen erscheint, hellere, mehr oder weniger feine Fortsätze ausgehen, die man in kürzerer oder längerer Strecke zu verfolgen im Stande ist. Diese Fortsätze erscheinen entweder in centrifugaler Richtung, in das Parenchym des Nucleus eintretend, oder in centripetaler Richtung gegen das Centrum des Nucleolus hin gerichtet.

a. Die centrifugal laufenden Fortsätze treten in zwei Formen auf, und zwar:

α. in der Form von ganz zarten, lichten Räumen, gleich den feinsten Elementarröhrchen, mehr oder weniger gewunden oder geschlängelt, selten in gerader oder schwach gebogener Linie laufend; sie lassen sich kürzere oder längere Strecken in das Parenchym des Nucleus hinein verfolgen. In seltenen Fällen findet man einen oder mehrere solcher Fortsätze des Nucleolus in geschlängelter Richtung durch die ganze Dicke des Parenchyms des Nucleus hindurch bis zum Zellenparenchym hin verlaufend. Diese Fortsätze erscheinen meist so zart und so wenig markirt, dass es oft schwer zu sagen ist, ob man hier in den Gränzen mikroskopischer Täuschung befindlich ist oder nicht.

---

[96]) Derselbe Umstand, welcher oben bei'm Nucleus erwähnt wurde, tritt auch häufig mit dem Nucleolus ein, dass nämlich letzterer fehlt, indem er in demjenigen Theil der Zelle, welcher in dem feinen Abschnitt sichtbar wird, nicht enthalten ist; vielmehr in dem Reste der Zelle, welcher vom feinen Segmente abgetrennt am Rückenmark noch haftet, zurückblieb. Zur Vermeidung von Missdeutungen führe ich daher an, dass ich den Nucleolus als constanten Bestandtheil jeder unverstümmelten Zelle ansehe.

β. Die andere Form, in welcher diese Fortsätze des Nucleolus auftreten, unterliegt dagegen nicht dem leisesten Zweifel und ist ohne alle Schwierigkeit zu erkennen; diese Fortsätze sind einer grösseren oder kleineren schwanzförmigen Verlängerung des Nucleolus gleich, und erstrecken sich in mehr oder weniger gerader oder gebogener Richtung in das Parenchym des Nucleus hinein, oft nur in kurzen Strecken, zuweilen bis durch die ganze Dicke des Nucleus-Parenchyms hindurch. S. Taf. I. Fig. 10. 11. 13. Taf. II. Fig. 39—55. In seltenen Fällen sieht man mehr als eine solche auffallende schwanzförmige Verlängerung des Nucleolus, oder eine Theilung der einen grösseren Verlängerung in zwei kleinere. In allen Fällen, wo diese schwanzförmigen Verlängerungen oder Fortsätze des Nucleolus breiter als $^1/_{1500}'''$ sind, übertreffen sie diese Dimension doch nicht auffallend, und es lässt sich mit den jetzigen Hülfsmitteln mikroskopischer Untersuchung keine andere Structur an denselben erkennen, als diejenige, welche an den Elementarröhrchen erkennbar ist.

b. Die centripetal laufenden Fortsätze sind sämmtlich nur schwierig zu erkennen, weil sie überaus fein, $^1/_{3000}'''$ meist, oft feiner und unmessbar erscheinen. Sie treten in verschiedenen Formen auf; häufig sieht man vier gegen das Centrum hin sich erstreckende und im Centrum unter rechten Winkeln zusammentreffende, also fast ein vollständiges Kreuz bildende (vgl. Taf. II. Fig. 53) feine helle Räume, Röhrchen oder Fäserchen, oder noch ähnlicher vier Speichen eines Rades, die in Kreuzesform von der Nabe ausgehen. — In andern Fällen sieht man nur drei, in andern zwei, in andern nur einen solchen centripetalen Fortsatz. Diese Fortsätze laufen nicht stets in gerader Linie; nicht selten sieht man sie ein wenig gewunden oder gebogen oder geschlängelt verlaufen. Zuweilen verlaufen sie auch nicht gegen das Centrum des Nucleolus hin, sondern einem kleinen Kreisfragment ähnlich, der Peripherie des Nucleolus mehr oder weniger parallel oder concentrisch. Auf die Deutung dieser Fortsätze will ich weiter unten zurückkommen. Vgl. Taf. II. Fig. 45—55.

Das Parenchym des Nucleolus tritt unter verschiedenen Formen auf, deren genauere Erkenntniss erst nach vielfältiger und angestrengter Untersuchung mehr oder weniger klar wird. Die Farbe des Parenchyms betreffend, so erscheint sie häufig je nach wechselndem Focus des Mikroskops wechselnd, bläulich, grünlich, himmelblau, röthlich, gelblich. Der Inhalt selbst erscheint bald körnig, bald faserig. Zuweilen sieht man einen Nucleolus mit zwei, drei oder vier oder mehr kleinen rundlichen Körnchen (Taf. II. Fig. 32—37); bei einer unbedeutenden Verstellung des Focus erscheinen statt dieser Körnchen (Taf. II. Fig. 52) vier Fasern oder Röhrchen, welche in Kreuzesform in der Mitte des Nucleolus zusammentreffen. Die eben erwähnten feinen Körnchen sind bald von blauer, bald von rother Farbe. Meist aber findet man, dass das Centrum des Nucleolus-Parenchyms eine rothe Farbe hat, und dass — wenn sich ausser dem rothen Centralpunkte noch andere rothe Kernchen oder Punkte im Nucleolus vorfinden — letztere immer kleiner sind, als der im Centrum oder nächst dem Centrum befindliche rothe Punkt. Es ist nämlich zu bemerken, dass die rothe Centralschicht nicht ohne Ausnahme immer ganz genau im Centrum des Nucleolus befindlich ist. In den bei weitem meisten Fällen findet man aber das Parenchym des Nucleolus deutlich aus drei concentrischen Schichten zusammengesetzt:

1) Die centrale Schicht. Dieselbe ist von rother Farbe, oft sehr intensiv hervorstechend, feuerroth oder rubinfarbig. Ihre Grösse variirt; oft stellt sie nur einen feinen Punkt von $^1/_{3000}'''$ Durchmesser dar, in häufigeren Fällen ist deren Durchmesser $^1/_{1500}$ bis $^2/_{1500}'''$ gleich. Ihre Gestalt ist meist rund. Diese Schicht wird von einer scharfen, dunklen, fast kreisrunden Linie oder Contour umgeben, welche sie von der folgenden, sie äusserlich umgebenden, Schicht trennt oder abgränzt. Jedoch ist diese schwarze Contour weniger breit oder stark als die äussere Contour des Nucleolus, obwohl ohne allen Zweifel nachweisbar vorhanden. Diese Contour bildet keine absolute Kreislinie, obgleich nahezu eine solche; sie ist nämlich an mehr oder weniger zahlreichen Punkten unterbrochen. Diese Unterbrechungen der Continuität genannter dunklen Contour erscheinen als diejenigen Stellen,

von welchen mehr oder weniger deutliche feine Fortsätze oder Ausläufer der centralen Schicht des Nucleolus nach aussen treten. Diese Fortsätze stellen sich als hellere oder lichtere Räume von bläulicher Farbe dar, $^1/_{2000}$ bis $^1/_{3000}'''$ breit, oft unmessbar fein und nicht mit Sicherheit zu erkennen; in manchen Fällen aber von genügender Deutlichkeit, einem Elementarröhrchen ähnlich oder gleich, d. h. ein schmaler lichter Raum von zwei dunklen Contouren beiderseits begränzt, und von mehr oder weniger geschlängeltem Verlaufe. In nicht seltnen Fällen verfolgt man einen oder den andern dieser Fortsätze in centrifugaler Richtung durch die übrigen Schichten oder durch die ganze Dicke des Nucleolus hindurch, bis in das Parenchym des Nucleus hinein, und in diesem selbst auf kürzere oder längere Strecken in Continuität. Selten oder nie verlaufen diese Fortsätze in gerader Linie, sondern meistens geschlängelt oder vielfach gewunden; hie und da sieht man dieselben bifurcatorisch sich theilen, resp. Aeste abgeben oder mit andern gleichen communiciren, wie dies bei Beschreibung des Nucleus-Parenchyms angegeben worden ist.

2) Die Mittelschicht, welche die rothe centrale zunächst umgiebt, erscheint als ein blauer Kreis, oder als eine kreisförmige Schicht von mehr oder weniger dunkelblauer Farbe, rings um das rothe Centrum herum gelagert. Ihre Grösse, d. h. die Breite dieser Schicht variirt; oft ist sie die breiteste und nimmt über die Hälfte des Flächeninhalts des Nucleolus ein; oft ist sie nur $^1/_{1500}'''$ breit oder schmäler. Eben so wie diese blaue Schicht nach innen von der rothen Centralschicht durch die schwarze Contour der letzteren an den meisten Stellen scharf abgegränzt ist, eben so ist sie auch nach aussen durch eine auffallende, dunkle, schwarze Contour von der folgenden (äussersten) Schicht des Nucleolus abgegränzt. Diese Contour ist gleichfalls feiner als die äussere Contour des Nucleolus; aber ganz sicher nachweisbar vorhanden; sie ist kreisförmig, bildet aber eben so wenig einen geschlossenen Kreis, als die andern bereits erwähnten dunklen Contouren des Nucleolus. Vielmehr ist auch sie an mehr oder weniger zahlreichen Punkten in ihrer Continuität unterbrochen. Von diesen Punkten aber, in welchen die Contour ihre Continuität unterbrochen zeigt, gehen mehr oder weniger feine Fortsätze der blauen Schicht in centrifugaler Richtung durch die äusserste Schicht des Nucleolus hindurch und in das Parenchym des Nucleus hinein. Ihre äussere Form und die Art ihres Verlaufes unterscheidet sich nicht von den Fortsätzen der centralen rothen Schicht. Ausser diesen centrifugalen Fortsätzen sieht man hie und da auch centripetale, in die rothe Centralschicht eindringende Fortsätze; diese letzteren sind aber so fein und so schwierig zu erkennen, dass man vor Täuschungen wohl auf der Hut sein und sich vorerst mit dem Bekenntniss begnügen muss, dass erst kräftigere optische Hülfsmittel, als die heutigen uns zu Gebote stehenden, diese zarten Structurverhältnisse aufzuklären im Stande sein werden.

3) Die äussere oder periphcrische Schicht des Nucleolus, welche also die innersten Schichten des Nucleus berührt, resp. die imaginäre Höhle in Nucleus zunächst ausfüllt, giebt sich als eine orangegelbe, kreisförmige Schicht zu erkennen, welche um die blaue mittlere Schicht des Nucleolus rings herumgelagert ist. Diese Schicht ist oft so schmal, dass sie nur mit Anstrengung zu erkennen ist (oft weniger als $^1/_{3000}'''$); in den meisten Fällen aber ist sie ohne allen Zweifel erkenntlich, $^1/_{1500}'''$ an fast allen Stellen breit. Diese Schicht wird von der blauen mittleren Schicht durch die scharfe schwarze kreisförmige Contour getrennt, welche oben als die äussere Contour der blauen Schicht beschrieben worden, und die also zugleich als die innere Contour der gelben (äussersten) Schicht anzusehen, d. h. beiden genannten Schichten (der gelben und blauen) gemeinschaftlich ist. Von dem Parenchym des Nucleus wird diese gelbe Schicht durch die bereits beschriebene auffallend breite und schwarze äussere Contour des Nucleolus gesondert. Auch diese gelbe Schicht bildet eben so wenig, als ihre Contouren geschlossene Kreise sind, eine regelmässige, geschlossene, kreisförmige Schicht; vielmehr ist sie an mehr oder weniger zahlreichen Stellen mit Ausläufern oder Fortsätzen versehen, welche entweder in centrifugaler Richtung in das Parenchym des Nucleus eindringen, oder in centripetaler Richtung in die blaue oder zugleich in die rothe Schicht des Nucleolus einstrahlen. Alles, was

ich von den betreffenden Fortsätzen der rothen und blauen Schicht des Nucleolus gesagt habe, gilt auch, in Bezug auf Farbe, Form, Art des Verlaufs, wie ihrer ganzen äusseren Erscheinung, von den Fortsätzen der gelben Schicht des Nucleolus.

5) Die Fortsätze der Nervenzellen.

Eine jede Nervenzelle besitzt Fortsätze, mittelst deren sie die mannigfaltigsten Verbindungen mit der sie umgebenden Nervenmasse, benachbarten Zellen oder Primitiv-Nervenfasern u. s. w. eingeht. Diese Fortsätze erscheinen unter zweierlei Formen, als breite oder dicke, und als feine Fortsätze oder Verlängerungen der Zelle.

a. Die breiten oder dicken Fortsätze sind die bekannten Verlängerungen, die aus den sogenannten Polen der uni-, bi- oder multipolaren Zellen hervorgehen. Ihre Structur unterscheidet sich in keiner Weise von dem des Parenchyms der Zelle, und alles, was von diesem gesagt worden, gilt auch von diesen Verlängerungen der Zelle; diese sind also zusammengesetzt aus einer dichtverflochtenen Masse von Elementarröhrchen, die in den verschiedensten Richtungen unter einander verwoben sind, sich durchkreuzen, mit einander communiciren u. s. w. Da auf einem feinen Durchschnitt diese Röhrchen in den mannigfaltigsten Winkeln von dem Schnitt getroffen werden, so bieten sie neben den kurzen Strecken ihrer Continuität auch die mannichfaltigsten Formen ihrer Querdurchschnittsflächen dar. Diese Fortsätze erstrecken sich kürzere oder längere Strecken in die Umgebung der Zelle hinein, ohne an Umfang auffallend abzunehmen, und senden auf diesem Wege aus zahllosen Punkten ihrer Peripherie feine Elementarröhrchen nach den verschiedensten Richtungen aus, welche mit ähnlichen benachbarten sich vereinigen, oder sie nehmen an den betreffenden Punkten zugleich Elementarröhrchen aus ihrer Umgebung in sich auf. In ihrem weiteren Verlaufe zeigen sie ein verschiedenes Verhalten, und zwar bietet sich dieses unter drei Formen:

α. Nach kürzerem oder längerem Verlaufe tritt eine Verringerung der Dicke dieser Fortsätze ein, indem sie sich bifurcatorisch theilen, und diese Theilung wiederholt sich im weiteren Verlaufe in bekannter Weise so häufig, dass endlich die ganze Masse des dicken Zellenfortsatzes sich in die feinsten Elementarröhrchen auflöst, welche mit Elementarröhrchen anderer Zellen oder Primitiv-Nervenfasern, näher oder ferner von der Umgebung der betreffenden Zelle, die zahlreichsten und mannichfaltigsten Verbindungen eingehen.

β. Der Zellenfortsatz tritt, ohne sich an Umfang auffallend vermindert zu haben, in eine benachbarte Zelle ein, und bildet auf solche Weise die auch mit ganz schwachen Vergrösserungen wahrnehmbaren Verbindungen zweier Zellen untereinander durch einen dicken oder breiten Fortsatz, der demnach beiden Zellen gemeinschaftlich ist. Auf dem Wege zwischen den beiden Zellen giebt aber der betreffende Fortsatz ebenwohl Elementarröhrchen in grösserer oder kleinerer Anzahl an seine Umgebung ab, oder nimmt aus letzterer Elementarröhrchen in sich auf.

γ. Der Zellenfortsatz tritt in eine breite, sogenannte doppeltcontourirte oder dunkelrandige Primitivfaser ein. Ueber die Art und Weise, wie sich der Zellenfortsatz in die Primitivfaser umbildet, oder welche Veränderungen in der Structur des Zellenfortsatzes und der Primitiv-Nervenfaser gerade an derjenigen Stelle Statt finden, an welcher die imaginäre Gränze beider, oder der Uebergangspunkt der einen in die andere eintritt, darüber fehlt mir zwar noch die gewünschte Sicherheit der Beobachtungen, indessen glaube ich, dass die Umbildung eines Nervenzellen-Fortsatzes in eine Primitiv-Nervenfaser keine sehr auffallenden, oder abweichenden verschiedenen Structurveränderungen voraussetzt, sondern dass nur die Anordnung der Elementarröhrchen eine weniger verwickelte ist, sobald der Zellenfortsatz in die Primitivfaser übergeht oder umgekehrt.

b. Die schmalen oder feinen Fortsätze der Zelle gehen aus zahllosen Punkten ihrer Peripherie nach den verschiedensten Richtungen ab und sind in ihrem ganzen äusseren Verhalten den Elementarröhrchen gleich. Alles was ich daher von den in centrifugaler Richtung ausgehenden Fortsätzen der Zellenhülle gesagt habe, gilt von diesen feinen Fortsätzen der Nervenzelle, als identisch mit jenen.

* * *

Die im Vorhergehenden beschriebenen Thatsachen finde ich an den grossen Nervenzellen im Gehirn und im Rückenmarke sämmtlicher Thierklassen, der Säugethiere, Vögel, Fische, Amphibien etc., sei es auf Längs-, sei es auf Quer- oder Schrägabschnitten. Das Rückenmark des Kalbes, des Ochsen, des Menschen, des Frosches, das Rückenmark von Petromyzon fluviatilis mit seiner auffallend grossen (rundlichen) Zellengattung sind für den Anfang die passendsten Objecte zur Untersuchung. Die nämlichen Resultate ergeben sich im Allgemeinen aus der Untersuchung der peripherischen Nervenzellen im weitesten Sinne des Wortes, dergestalt, dass ich nach den Ergebnissen meiner bisherigen Untersuchungen den Satz aufstellen muss, dass die sämmtlichen Nervenzellen der Centralorgane wie der peripherischen Theile des Nervensystems in allen wesentlichen Theilen einander gleich sind. In den folgenden Mittheilungen wird daher, wie im Vorausgegangenen, überall, wo von Nervenzellen die Rede ist, die Voraussetzung stillschweigend angenommen, dass was von der einen Zelle gilt, auch von jeder andern statuirt werden muss. Unsere heutigen Hülfsmittel gestatten zwar nur an den grösseren Nervenzellen die Nachweise zu liefern, welche ich oben gegeben. Die kleineren und kleinsten Nervenzellen bieten verhältnissmässig zu feine Elemente dar, um mit unsern Mikroskopen schon mit gleicher Sicherheit erforscht werden zu können. Die Grösse und die Form sind aber zu unwesentliche Eigenschaften einer Zelle, als dass hierauf allein ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal gegründet werden könnte. Uebrigens stimmen unsere besten Beobachter darin überein, dass centrale und peripherische Nervenzellen keine wesentlichen Verschiedenheiten von einander darbieten; und schon sagt *Valentin* [97]: „Die vollständig ausgebildeten Nervenkörper . . . im Gehirn und Rückenmark . . . gleichen in Gestalt und Farbe sehr den peripherischen Nervenkörpern, denen sie nur an Festigkeit bei weitem nachstehen.“ Das Ganglion Gasseri des Ochsen bietet ein sehr bequemes Mittel zum Studium der Nervenzellen in den Ganglien (auf feinen Segmenten) für den ersten Anfang.

* * *

Vergleichen wir diese im Vorausgegangenen mitgetheilten Thatsachen, so müssen wir eine jede Nervenzelle betrachten als einen im Ganzen eiförmigen oder sphärischen, bald mehr bald weniger abgeplatteten, daher bald mehr der Kugelgestalt, bald der Spindel-, Birn-, Kegel- oder Pyramidengestalt u. s. w. sich in Hinsicht auf die Form annähernden, wohl nie ganz regelmässige Formen zeigenden Körper, zusammengesetzt aus einer zahllosen Masse feinster und feiner Röhrchen, den Elementarröhrchen der Primitiv-Nervenfasern, welche im Vorhergehenden beschrieben sind, in ihrer äusseren Erscheinung gleich. Diese Röhrchen bilden ein unter sich auf das Mannigfaltigste und Innigste zusammenhängendes Gewebe, das an verschiedenen Stellen der Zelle verschieden dicht und verschieden angeordnet ist, und daher auch die äussere Erscheinung verschiedener Abtheilungen der Zelle bedingt, die aber keineswegs als getrennte, von einander gesonderte, sondern vielmehr als auf das Innigste durch communicirende Röhrchen mit einander in Verbindung stehende Theile betrachtet werden müssen. Als solche Theile der Zelle kann und muss man zum besseren Verständniss unterscheiden: 1) Die Hülle. 2) Das Parenchym der Zelle. 3) Den Kern, Nucleus. 4) Das Kernkörperchen, Nucleolus. 5) Die Fortsätze der Zelle.

1) Die Hülle oder die Zellenmembran, wird gebildet von den äussersten, an der äusseren Oberfläche der Zelle befindlichen, Lagen der Elementarröhrchen. Dieselben bilden hier ein bis jetzt

[97]) *Valentin*, 1842. in: *R. Wagner's* Handwörterb. I. p. 697.

noch nicht genügend in Bezug auf das Gesetz seiner Textur erkanntes Gewebe, durch welches die Anordnung dieser Elementarröhrchen in der Form einer Art von Membran bedingt wird. Das lässt sich aber mit Bestimmtheit sagen, dass diese äusserste Lage oder diese äussersten Lagen der Elementarröhrchen der Zelle ein sehr verworrenes, auf das Mannichfaltigste durch die communicirenden Röhrchen mit einander verbundenes und verflochtenes Netz- oder Filzwerk bilden, in welchem aber allerdings an vielen Stellen die einzelnen Röhrchen längere Strecken in geraden Linien und in einer und derselben Ebene verlaufen als an den meisten andern Punkten der Zelle, daher auch in feinen Abschnitten in Continuität gesehen werden, wodurch die Erscheinung der Doppelcontour, obwohl vielfach unterbrochen, an der Zellenmembran erklärt werden kann. Diese feinen Elementarröhrchen, welche die Zellenhülle zusammensetzen, setzen sich sowohl in centripetaler Richtung in das Innere der Zelle, wie in centrifugaler Richtung in die Umgebung der Zelle fort, und hängen nach innen mit dem eigentlichen Zellen-Parenchym, nach aussen mit benachbarten Gebilden, resp. Nervenzellenhüllen oder Nerven-Primitivfasern, auf das Innigste zusammen.

Die in der Zellenhülle, oder dicht an ihr gleichsam haftend, an ihrer imaginären inneren oder äusseren Fläche nicht selten — ausser den Kernen — erscheinenden Gebilde, welche dem Nucleolus einer Zelle oder der Querdurchschnittsfläche des Axencylinders einer Primitiv-Nervenfaser täuschend ähnlich, resp. gleich sind [98]), muss ich für die Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Nervenzellen-Fortsätzen oder für die wirklichen Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Axencylindern solcher Primitiv-Nervenfasern halten, welche sich in die Nervenzelle einsenken, resp. von ihr entspringen, und die von den verschiedenen Punkten der Hülle aus in die verschiedensten Punkte des Parenchyms, resp. des Nucleus der Zelle, bis in den Nucleolus eintreten, worüber weiter unten ein Genaueres.

2) Das Parenchym der Zelle ist eine sphärische oder sphäroidische, oder sehr verschiedenartig geformte, festweiche, ziemlich derbe Masse, mit einer imaginären durch den Nucleus und Nucleolus ausgefüllten excentrischen Höhlung. Dieses Parenchym besteht aus eben solchen Elementarröhrchen, wie die Hülle der Zelle selbst. Aber die Anordnung dieser Röhrchen, das Gesetz ihrer Textur, ist in dem Parenchym ein anderes als das in der Zellenhülle. Das Gewebe und die Verfilzung der einzelnen Röhrchen ist in dem Parenchym ein viel dichteres, noch weniger entwirrbares und complicirteres als in der Zellenhülle, der gewundene Verlauf der einzelnen Elementarröhrchen, ihre Communicationen unter einander sind noch viel complicirter, dergestalt, dass das Parenchym der Zelle eine viel festere, derbere Beschaffenheit erlangt, als das Gewebe der Zellenhülle, nicht unähnlich einer aus unzähligen feinen Röhrchen zusammengesetzten Drüse von derber Structur. Nur an der äussersten Oberfläche, wo das Zellenparenchym mit der Zellenhülle in Verbindung steht, scheint die Anordnung der Elementarröhrchen des Zellenparenchyms ähnlich derjenigen der Zellenhülle zu sein, d. h. die einzelnen Elementarröhrchen scheinen hier häufig längere Strecken hindurch in mehr oder weniger gerader Linie oder in einer und derselben Ebene zu verlaufen, dergestalt, dass in einem feinen Schräg-, Längs- oder Querabschnitt der Zelle längere oder kürzere Strecken einzelner Elementarröhrchen in ungetrennter Continuität erscheinen, daher die Doppelcontour des Zellenparenchyms (wiewohl vielfach unterbrochen) bewirken und deren Erklärung in dieser Weise wahrscheinlich machen. Aber auch an dieser äusseren Oberfläche des Zellenparenchyms bilden darum dennoch die Elementarröhrchen die

---

[98]) Die Kerne in der Hülle der Nervenzellen sind von mir, eben so wie die Kerne in der Hülle der Primitiv-Nervenfaser, mit Absicht nicht hier genauer besprochen worden. Ich bemerke hier, dem etwaigen Vorwurf gegenüber, dass ich die Kerne der Zellenhüllen, die in peripherischen Nervenzellen häufig sehr zahlreich vorkommen, mit ähnlichen Gebilden verwechselt hätte, — dass ich sorgfältig mich vor derartigen Täuschungen zu hüten stets bestrebt war. Dass ich auf die Kerne der Nervenzellenhülle nicht specieller eingehe, geschieht deshalb, weil ich an anderem Orte in ausführlicher Darstellung darauf zurückzukommen gedenke.

mannichfaltigsten Verbindungen, Kreuzungen etc. unter einander, und erzeugen nicht etwa ein membranartiges, in sich abgeschlossenes Gewebe, vielmehr gehen aus diesem Gewebe oder aus dieser äussersten Gewebeschicht des Zellenparenchyms zahllose Elementarröhrchen nach innen wie nach aussen (centripetal wie centrifugal) und setzen sich in Verbindung sowohl mit den übrigen Schichten des Zellenparenchyms, als auch mit der Zellenhülle.

Ausser den Elementarröhrchen findet man im Zellenparenchym an verschiedenen Punkten desselben die Querdurchschnittsflächen von einem oder mehreren Axencylindern solcher Primitiv-Nervenfasern, welche in die betreffende Zelle sich einsenken, resp. von ihr entspringen, und deren Verhalten innerhalb der Zelle noch nicht genügend aufgeklärt ist, worüber ich, jedoch weiter unten, einige genauere Mittheilungen zu machen gedenke.

Die sogenannten Pigmentablagerungen, welche man in vielen Zellen (die aber nicht nothwendig zu den gefärbten, z. B. des Locus coeruleus etc., gehören, sondern die in manchen Nervenprovinzen derselben Thiergattung bald an den meisten Stellen vorkommen, bald an allen fehlen) an den verschiedensten Stellen des Zellenparenchyms findet, sind in Bezug auf ihre Bedeutung und ihre materielle Beschaffenheit noch zu wenig bekannt, als dass sich jetzt schon etwas allgemein Gültiges über dieselben aufstellen liesse [99]).

3) Der Nucleus oder Kern der Zelle muss im Ganzen als ein kugelförmiger oder sphäroidischer, im Innern des Zellenparenchyms gewöhnlich excentrisch liegender und aus den nämlichen Elementen und in fast gleicher Weise zusammengesetzter Theil wie das eben beschriebene Parenchym der Zelle betrachtet werden. Die Verschiedenheit im äusseren Ansehen, dass der Kern oft dunkler, oft heller erscheint, oder anders gefärbt als das ihn umgebende Parenchym, deuten allerdings auf eine gewisse Verschiedenheit hin, welche in dem Gesetze seiner molekularen Anordnung oder in der materiellen Beschaffenheit seiner Bestandtheile in Vergleich zu demjenigen des Zellenparenchyms obwalten mag; indessen sind unsere heutigen Hülfsmittel der Mikrotomie nicht genügend, um eine erwünschte Klarheit in diese dunklen Gebiete eindringen zu lassen. In jedem Falle ist der Nucleus in sehr auffallender Weise von dem Parenchym der Zelle gesondert durch die eigenthümliche Anordnung oder Lagerung der Elementarröhrchen an seiner äussersten (imaginären) Peripherie, wo wir gleichsam eine Wiederholung der Zellenmembran oder eine Wiederholung der äussersten Schicht des Zellenparenchyms in der Form einer membranartigen Textur seiner Elemente gewahren. Wir sehen an der Peripherie des Nucleus stets die Doppelcontour, in gleicher Weise wie an der Zellenhülle und der äussersten Schicht des Zellenparenchyms, das heisst: wir sehen die Doppelcontour des Nucleus an unzähligen Stellen in ihrer Continuität unterbrochen, und Verlängerungen, Fortsätze oder Ausläufer in centrifugaler wie in centripetaler Richtung abgebend. Diese Ausläufer in centrifugaler Richtung stehen in Communication mit den Elementarröhrchen im Innern des Nucleus oder des Nucleusparenchyms, selbst mit dem Nucleolus. Will man diese äusserste Schicht des Nucleus als seine Hülle, als eine besondere Membran, gleich einer sich im Innern der Zelle wiederholenden Zellenmembran, betrachten, so wäre streng genommen dagegen eben so wenig einzuwenden, als gegen die Annahme einer besonderen Zellenhülle im Allgemeinen.

Nicht selten findet man dicht an der inneren oder äusseren Seite, oder selbst in die Continuität der Doppelcontour des Nucleus eingeschoben, resp. dieselbe unmittelbar unterbrechend, solche Gebilde, welche ganz und gar einem Nucleolus oder der Querdurchschnittsfläche des Axencylinders einer Primitiv-Nervenfaser ähnlich sind. Ich betrachte, aus oben angeführten und später noch genauer zu erörternden Gründen, diese Gebilde als die wirklichen Querdurchschnittsflächen eines oder mehrerer Axencylinder von Primitiv-Nervenfasern, die sich in die betreffende Zelle einsenken.

---

[99]) An anderem Orte gedenke ich ausführliche Mittheilungen hierüber zu geben.

Das Parenchym des Nucleus unterscheidet sich im Ganzen so wenig oder gar nicht von demjenigen der Zelle selbst, welches den Nucleus rings umgiebt, dass ich alles das, was ich oben von dem Parenchym der Zelle gesagt habe, hier auch von demjenigen des Nucleus wiederholen müsste. Alles das oben Gesagte gilt daher auch von dem Parenchym des Nucleus. Dasselbe ist als eine hohle Kugel oder als ein mit einer imaginären (vom Nucleolus ausgefüllten) excentrischen Höhlung versehener kugelförmiger Körper zu betrachten, und besteht aus einer zahllosen Menge von Elementarröhrchen, die in mannichfaltigster, bis jetzt noch nicht genauer erkennbarer Weise mit einander verflochten, verwoben, verbunden sind, und welche sowohl mit dem Parenchym der Zelle wie mit dem Nucleolus in Verbindung stehen. Auch an den verschiedensten Stellen des Nucleus-Parenchyms findet man diejenigen Gebilde wieder, welche ich als die Querdurchschnittsflächen von Axencylindern derjenigen Primitivfasern ansehe, die in die betreffende Zelle eintreten, die Zellhülle durchdringen, durch das Zellenparenchym laufen, und auch in den Nucleus bis zu verschiedener Tiefe eindringen, selbst in den Nucleolus eintreten, wovon weiter unten genauer.

4) Der Nucleolus oder das Kernkörperchen ist dasjenige Gebilde der Zelle, dessen Textur oder dessen moleculare Zusammensetzung am schwierigsten zu erfassen ist, und mit unseren heutigen mikroskopischen Hülfsmitteln gelingt es allerdings noch nicht, eine nur annähernd genügende Einsicht in seinen gewiss complicirten Bau zu erringen. Dasjenige, was meine bisherigen Untersuchungen mich darüber gelehrt haben, lässt sich im Folgenden zusammenfassen. Der Nucleolus ist zu betrachten als ein aus drei verschiedenen Schichten, gleich drei in einander eingeschlossenen Hohlkugeln, bestehender kugelförmiger oder sphäroidischer, fest-weicher Körper, durch zahllose feine Röhrchen, welche von dessen Oberfläche wie aus den inneren Schichten seiner Masse ausgehen, mit dem Parenchym des Nucleus in Verbindung stehend, und zusammengesetzt aus den feinsten Elementarröhrchen, welche in demselben auf mannichfache Weise unter einander verwoben und mit einander in Verbindung gesetzt sind. Dieses geht hervor sowohl aus den kurzen Strecken feinster Elementarröhrchen, die man nicht selten im Innern des Nucleolus in verschiedener Richtung, bald radienartig, bald bogenförmig, verlaufen sieht, als auch aus den feinen körnerartigen Punkten, die man an den verschiedensten Stellen des Nucleolus in wechselnder variirender Zahl gewahrt und welche ich nicht ohne Grund als die Querdurchschnittsflächen feinster Elementarröhrchen, oder als die Erscheinung ihrer Umbeugungswinkel betrachten zu dürfen glaube.

Dass diese, den Nucleolus constituirenden, Elementarröhrchen sowohl unter sich die mannichfaltigsten Communicationen haben, als auch mit denen des Nucleus und des Zellenparenchyms in einer vielfachen innigen Verbindung stehen, das geht aus den Fortsätzen oder Verlängerungen hervor, welche man vom Nucleolus aus in das Parenchym des Nucleus einstrahlen sieht, wie auch aus den Verlängerungen, die vom Rande des Nucleolus gegen dessen Centrum hinstrahlend häufig genug beobachtet werden. Das speciell Charakteristische der Anordnung dieser Elementarröhrchen im Nucleolus aufzudecken bleibt den Forschungen der Zukunft überlassen.

Der Nucleolus bietet sich als aus drei verschieden gefärbten Schichten bestehend dar, welche an den meisten Stellen ihrer relativen Peripherie durch eine scharfe, schwarze Contour von einander getrennt erscheinen. Die centrale Schicht bricht das Licht roth, die folgende (mittlere) blau, die äusserste bricht das Licht orangegelb. Diese verschieden gefärbten Schichten deuten auf eine anatomische oder chemische Verschiedenheit des Parenchyms des Nucleolus hin; und es wird künftig eine Aufgabe der Physik, oder der physikalischen Mikrochemie oder Optik sein, genauer die Ursachen zu ermitteln, durch welche die Erscheinung jener drei verschieden gefärbten Schichten des Nucleolus bedingt wird. Einstweilen glaube ich annehmen zu dürfen, dass eine jede der drei verschieden gefärbten Schichten des Nucleolus aus feinsten Elementarröhrchen zusammengesetzt ist, welche mit einander communiciren; dass aber die allerfeinsten Elementarröhrchen das Centrum erreichen und hier mit

einander in noch unbekannter Verbindung stehen, dass die verschiedene Farbe der drei Schichten des Nucleolus von der verschiedenen Feinheit, oder dem verschiedenen Inhalt ihrer Elementarröhrchen abhängt, die eine verschiedene Polarisation des Lichtes bedingen. Ich gebe diese Ansichten, wie sich von selbst versteht, vorläufig nur als Hypothese, um den künftigen Forschungen als Ausgangspunkt, sei es zu ihrer Widerlegung, sei es zu ihrer Bestätigung zu dienen. Grösseren Werth lege ich ihr nicht bei.

Die Gebilde, welche in der Zelle, an den verschiedenen Stellen der Hülle, des Zellenparenchyms und des Nucleus unter der Form von Querdurchschnittsflächen von Axencylindern der Primitiv-Nervenfasern auftreten, und die ich oben als solche gedeutet habe, sieht man nicht selten dicht am äusseren Rande des Nucleolus ansitzend, an verschiedenen Punkten desselben; aber niemals sieht man diese Gebilde in die Masse oder in die äussere Contour des Nucleolus selbst eingelagert, wie man sie nicht selten in die Doppelcontour des Nucleus selbst, diese unterbrechend, eingeschaltet sieht. Ist es erlaubt, hier wieder einen hypothetischen Schluss zu ziehen, so würde ich dieses Verhalten als einen Fingerzeig betrachten für die Ansicht, dass die sämmtlichen Primitiv-Nervenfasern, welche in eine Nervenzelle eindringen, zuerst in den grossen dicken Fortsätzen die Elementarröhrchen ihrer Hülle und ihres Markes mit denen der dicken Zellenfortsätze so verschmelzen oder vermischen, dass ihr isolirter Verlauf verschwindet oder wenigstens nicht mehr unterschieden werden kann, und dass nur der Axencylinder noch gleichsam selbstständig und unverändert bis zur Zellenhülle gelangt, diese an verschiedenen Punkten durchdringt, dann eben so unverändert in das Parenchym der Zelle, dann in den Nucleus eindringt, auf diesem Wege aber die verschiedensten Richtungen einschlägt, gewunden, und wohl nie in gerader Linie verläuft, hingegen zahllose Communicationen mit den feinen Elementarröhrchen der Zellenhülle, des Zellenparenchyms und des Nucleus eingeht, endlich aber, wenn er auf kürzeren oder längeren Umwegen bis zu der Peripherie des Nucleolus gelangt ist, sich in seine Elemente auflöst, d. h. die Elementarröhrchen seiner drei Schichten auseinander strahlen und einzeln in die verschiedensten Punkte des Nucleolus eindringen. Dass die centralen feinsten Elementarröhrchen des Axencylinders sich bis in die centrale Schicht des Nucleolus begeben, die der übrigen Schichten nur bis in die beiden äusseren Schichten der Nucleolus eindringen, ist mir wahrscheinlich, aber es ist diese Ansicht wiederum nichts anderes als eine Hypothese, in Ermangelung sicherer Thatsachen zur besseren Erklärung des gewiss vorhandenen Zusammenhangs des Axencylinders mit dem Nucleolus.

5) Die Fortsätze der Zelle sind Verlängerungen des Zellenparenchyms (und der Zellenhülle) von unregelmässiger conischer oder cylindrischer Form, von sehr verschiedenem Durchmesser und verschiedener oft sehr bedeutender Länge. Sie bestehen im Allgemeinen aus den nämlichen und in gleicher Weise angeordneten Elementen wie das Zellenparenchym selbst. Jedoch muss man drei Gattungen dieser Fortsätze unterscheiden: *a.* solche Fortsätze feinster Art, welche nichts anderes sind als einzelne Elementarröhrchen, die in der nächsten Umgebung der Zelle die mannichfaltigsten Verbindungen mit Elementarröhrchen anderer benachbarter Zellen oder Primitiv-Nervenfasern eingehen; *b.* solche Fortsätze, welche anfangs breit und dick, sich allmählig durch Theilung in die feinsten Elementarröhrchen auflösen, und sich mit denen anderer Nervenzellen und Primitiv-Nervenfasern oft in weiten Entfernungen in Verbindung setzen; *c.* solche dicke Fortsätze, welche zwei grosse benachbarte Nervenzellen mit einander verbinden; *d.* solche dickere oder dünnere Fortsätze, welche sich in eine Primitiv-Nervenfaser verwandeln, resp. in dunkelrandige Primitiv-Nervenfasern übergehen.

* * *

Ich habe im Vorausgegangenen die Elemente der Zellen als Elementarröhrchen bezeichnet, gleich denen der Primitiv-Nervenfasern. Einem jedem Forscher wirft sich die Frage dabei nothwendig auf, mit welchem Rechte, aus welchen Gründen ich zur Annahme jener Bezeichnung gelangt bin, die doch also die deutliche Erkenntniss isolirter oder begränzter hohler, von einer feinsten Umhüllung umschlossener, von einer flüssigen Substanz erfüllter Räume voraussetzt. Ich gestehe zu, dass die

striete Antwort auf diese Frage, so wie sie mir selbst wünschenswerth erscheint, bis jetzt vielleicht noch nicht von mir gegeben werden kann; es mag an der Exactheit anatomischer Analyse der Zellenelemente noch vieles mangeln. Indessen glaube ich doch, nach dem Vorausgegangenen, und besonders nach den über die Elemente der Primitiv-Nervenfaser gemachten Mittheilungen, behaupten zu dürfen, dass die Elemente der Zellen als Röhrchen der nämlichen Gattung betrachtet werden müssen, wie die Primitiv-Nervenfaser, und zwar aus folgenden Gründen:

1) Alle diejenigen Strecken der Röhrchen- oder Faser-artigen Gebilde, welche an den verschiedenen Stellen der Zelle (in deren Hülle, Parenchym etc.) isolirt erscheinen, insbesondere in dem Zwischenraum zwischen Zellenmembran und Zellenparenchym, zeigen in jeder Beziehung die nämlichen anatomischen (physikalischen) Eigenschaften unter dem Mikroskop wie die als Elementarröhrchen der Nerven-Primitivfasern bezeichneten Gebilde.

a. Viele erscheinen in kürzeren oder längeren Strecken als Fasern oder Röhrchen, d. h. als zwei mehr oder weniger doch meist parallel verlaufende dunkle Begränzungslinien, welche einen hellen Raum zwischen sich zeigen, und deren Dimensionen mit denen der Elementarröhrchen der Nerven-Primitivfasern ganz und gar übereinkommen.

b. An vielen Stellen dieser Röhrchen oder Fasern erscheinen verengerte oder erweiterte Stellen, gleichsam ampullenartige Erweiterungen, ganz so wie an den Elementarröhrchen der Nerven-Primitivfasern.

c. Diese Fasern oder Röhrchen bilden zahlreiche Communicationen oder Anastomosen mit benachbarten gleichartigen Gebilden, ganz so wie die Elementarröhrchen der Nerven-Primitivfasern.

d. Ihr Verlauf verhält sich ähnlich oder gleich demjenigen der Elementarröhrchen der Nerven-Primitivfaser, d. h. sie laufen nur verhältnissmässig kurze Strecken in einer Richtung und einer und derselben Ebene.

2) Auch in Bezug auf den Inhalt dieser Röhrchen-artigen Gebilde der Nervenzellen glaube ich dasselbe behaupten zu dürfen, was ich von dem öligen Inhalte der Nerven-Primitivfaser oben angenommen habe, d. h. ich glaube, dass auch die Röhrchen der Nervenzellen eine gleiche ölartige Flüssigkeit enthalten, wie die Elementarröhrchen der Primitiv-Nervenfaser. Der Beweis ist zwar vorerst auch noch nicht exact genug zu liefern; nur Wahrscheinlichkeitsgründe sind dafür vorhanden. Die Nervenzelle ist ein fest-weiches Gebilde, und wenn man eine einzelne grosse Nervenzelle aus einem frischen Ochsen- oder Kalbs-Rückenmark u. s. w. isolirt, alle übrige umliegende Nervensubstanz möglichst rein von der Glasplatte wegnimmt, so dass man sicher ist, kein anderes Gebilde, welches Täuschungen erzeugen könnte, auf dem Glasplättchen zu haben, wenn man alsdann die eine isolirte Zelle ohne Befeuchtung mit irgend einer Flüssigkeit, nur einfach mit einem Deckgläschen bedeckt unter das Mikroskop bringt, solche comprimirt und bei den stärksten Vergrösserungen untersucht, alsdann findet man, dass eine ölige Flüssigkeit aus der Nervenzelle herausgepresst werden kann, die sich an den verschiedenen Punkten der Peripherie der Zelle in Form von rundlichen Tröpfchen sammelt und der Contour der Zelle ein vorher nicht da gewesenes dunkles scharf begränztes Ansehen an den meisten Stellen verschafft. Lässt man Schwefeläther auf die Zelle wirken, so verschwinden diese Massen, die dunkelroth und mit schwarzem oder blauem Rande erschienen, allmählig, und sind nach Verdunstung des Aethers nicht mehr in der ursprünglichen Form, jedoch wieder in der früheren Farbe und meist minder zahlreich sichtbar.

Die Anwesenheit dieser öligen Flüssigkeit in der Zelle an und für sich ist zwar noch kein Beweis dafür, dass dieselbe in den von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Räumen der Zelle enthalten sei. Man könnte annehmen, die ganze Zellensubstanz sei damit getränkt, wie jede fest-weiche organische Substanz durch Blutserum oder Lymphe feucht oder imbibirt ist, ohne dass an allen Punkten des betreffenden Theils die Feuchtigkeit in Blut- oder Lymphgefässen enthalten sei, und der Beweis, dass die ölige Flüssigkeit in den Elementarröhrchen enthalten sei, könne nur dadurch geliefert

werden, dass man aus einem oder mehreren isolirten Elementarröhrchen, während der Wirkung der Compression auf sie, die ölige Flüssigkeit aus ihnen herausfliessen, in der bestimmten Bahn ihrer Contouren sich fliessend fortbewegen sieht. Ich gestehe zu, dass dieser Einwurf ganz begründet ist; und da bei der Wirkung der Compression auf die eine Zelle unter so hoher Vergrösserung der Focus sich verändert, also an eine scharfe Beobachtung der Zelle oder einzelner Elementarröhrchen derselben während der Compression nicht zu denken ist, so muss ich daher auf die Führung des exacten Beweises meiner ausgesprochenen Ansicht vorerst verzichten und von verbesserter Methode künftiger Forschungen die Entscheidung erwarten. Indessen glaube ich doch Wahrscheinlichkeitsgründe für meine Meinung von solcher Bedeutung gegeben zu haben, dass man meine Ansicht nicht als unbegründet bezeichnen kann.

* * *

Ich wende mich nun zu einer kurzen Vergleichung der von mir erlangten Resultate über den Bau der Nervenzelle mit den bisher als gültig angenommenen Ansichten über diese Materie, um die Differenzen beider mit einander zu vergleichen. Ich werde mich jedoch hierbei nicht auf die vollständige historische Erörterung einlassen, sondern nur die wichtigeren Beobachtungen meiner Vorgänger berühren, indem ich eine tiefer eingehende ausführliche Kritik früherer Arbeiten einer andern Abhandlung vorbehalte, von welcher die vorliegende eigentlich nur ein Fragment bildet. [100])

1) Die Hülle betreffend.

In Beziehung auf die Existenz der Hülle ist es die übereinstimmende Meinung aller Forscher, dass in allen peripherischen Ganglien eine jede Nervenzelle ihre besondere Hülle habe.

Valentin hatte die Hülle der peripherischen Nervenzellen bereits im Jahre 1836 [1]) erkannt und beschrieben. Alle Forscher nach ihm stimmen in Bezug auf die Existenz der Hülle bei den peripherischen Nervenzellen mit *Valentin* überein. Nur *Remak* macht eine Ausnahme, indem er damals die Hülle der Nervenzellen läugnete. *Remak* sagte 1838 [2]): „Postremo peculiarem aliquam vaginam cellulosam globulorum reperire non potui, atque verosimile mihi est, *Cl. Valentin* alias nerveas partes, praecipue fibras organicas, quibus globuli obteguntur, pressione nimis alteratas, pro vagina illa habuisse." Von dieser Ansicht ist *Remak* später zurückgekommen; in neuester Zeit aber hält er wieder alle oder fast alle Theile der Nervenzellenhülle für ächte organische Nervenfasern. Besteht aber für die peripherischen Nervenzellen kein Zweifel über die Existenz ihrer Hülle, so ist es ganz anders mit den centralen Nervenzellen. Manche Forscher nehmen für jede centrale Nervenzelle auch eine besondere Hülle an, andere Forscher läugnen eine solche für alle centralen Zellen. *Valentin* [3]) behauptet, dass auch jede Nervenzelle in den Centraltheilen ihre Hülle habe; nur sei letztere dünner im Rückenmarke als in den peripherischen Ganglien, im Gehirne aber noch dünner als im Rückenmarke,

---

[100]) Obwohl *Ehrenberg* in seiner berühmten Abhandlung (Abh. d. Berl. Akademie d. Wissensch. v. 1834. Berl. 1836. Tab. VI. Fig. I, 2; Fig. VI, 2; Fig. VII, 6, 11, 12) die Nervenzellen als „keulenförmige Körper" im Gehirn, in der Retina etc. höherer Thiere, wie im Bauchstrange der Mollusken (Wegschnecke, Blutegel etc.) erkannte, selbst den Kern mit dem Kernkörperchen (Fig. I, 2, grösste Zelle links) gesehen, den Zusammenhang ihrer Fortsätze mit den Nervenröhren geahnet hat, auch die Kerne der Hülle einzelner Zellen (Fig. VII, 12) gesehen und gezeichnet hat — so war es doch *Valentin* vorbehalten, diese Elemente des Nervensystems genauer zu erkennen und zu erforschen. Ich gehe daher nicht tiefer auf *Ehrenberg's* Mittheilungen ein; auch nicht auf die bald nachher von *Treviranus* (der übrigens den Zusammenhang der Nervenröhren mit den Nervenzellen in der Retina mit Sicherheit aussprach) u. A. vor *Valentin* bekannt gemachten Untersuchungen. Auch die Mittheilungen *Purkinje's* (1837) waren viel unvollkommener als die *Valentin's*. Denn den eigentlichen Nucleus der Nervenzellen erkannte *Purkinje* damals noch nicht. In der Abbildung, welche er (1838 l. c.) in Fig. 16 giebt, ist der helle Raum, welchen der Nucleus solcher Zellen einnimmt, durch keine Contour begränzt, und sicher hielt *Purkinje* damals den Nucleolus für den Nucleus; denn in diesen Zellen (aus dem locus coeruleus auf dem Boden der 4. Hirnhöhle) ist eben der Kern so gross, als der helle Raum, welchen *Purkinje* von der Pigmentmasse umgeben zeichnet. Richtiger bezeichnet *Purkinje* Fig. 18, wo der Nucleolus nur einen einzigen Kreis darstellt, den Nucleus. Die Abbildungen, welche *Purkinje* (1838 l. c.) gab, zeigen den Nucleolus als zwei concentrische Kreise, Fig. 16.

[1]) *Valentin*, Nova Acta Acad. Caesar. Leopoldino-Carol. Naturae Curiosorum. 1836. Tom. XVIII. p. 231.

[2]) *Remak*, Observ. anat. p. 10. [3]) *Valentin*, Nov. Acta A. N. C. XVIII. p. 156.

so dass sie in der Regel nicht isolirt wahrgenommen wird. Aeusserst feine Scheiden der centralen Nervenzellen nahm auch *Bruns* [4]) an. Es hat ferner *Hannover* [5]) behauptet, dass jede centrale Nervenzelle auch ihre besondere Hülle habe. Dass auch die Zellen der Centralorgane eine Hülle besitzen, fand auch *Kölliker* [6]). Dagegen läugnet die Existenz der Hüllen centraler Nervenzellen (bei Petromyzon) *Stannius* 1850 [7]). Die Hülle der centralen Nervenzellen in dem electrischen Lappen des Gehirns der Zitterrochen läugnet *R. Wagner* [8]). Ich muss aber, zufolge meiner directen Beobachtungen des Gegentheils, diesen negirenden Behauptungen entgegen treten.

Indem ich von den Meinungen der verschiedenen einzelnen Forscher auf diesem Gebiete absehe, glaube ich im Allgemeinen die Behauptung aufstellen zu können, dass die verschiedenen Methoden der Untersuchung, die verschiedene Güte und Brauchbarkeit der angewandten Vergrösserungen die Ursache der Meinungsverschiedenheit unter den Anatomen ist; dass dagegen bei Anwendung der von mir bezeichneten Untersuchungsmethode die Existenz der Zellenhülle auch bei allen Zellen des Central-Nervensystems als eine constante erscheinen dürfte.

In Bezug auf das Gewebe der Zellenhülle ist unsere Kenntniss noch sehr unvollkommen. *Valentin* hatte bereits vor 20 Jahren die Zusammensetzung dieser Hülle aus zellgewebeartigen Fasern beschrieben und auch eine Abbildung davon gegeben [9]). Obwohl diese Abbildung mehr als eine schematische bezeichnet werden dürfte, so muss doch aber zugegeben werden, dass *Valentin* schon damals Fibrillen feiner Gattung, in den verschiedensten Richtungen sich kreuzend und längere Strecken geradlinig oder in gleicher Ebene verlaufend, in der Hülle der Nervenzelle wahrgenommen hatte; und wenn auch seine Beobachtung bei einer nur 300—400-maligen Vergrösserung gemacht war, und hieraus also der Schluss hervorzugehen scheint, dass die von ihm bezeichneten Fibrillen nicht als identisch mit den von mir als Elementarröhrchen beschriebenen feinen Gebilden betrachtet werden dürften, weil sie einen wohl doppelt so grossen Durchmesser besitzen, als letztere, so glaube ich doch, dass das Schematische der *Valentin*'schen Abbildung jenen Schluss nicht unterstützt. Untersucht man die Hülle einer frischen Ganglienzelle, so findet man ausser den dickeren Bindegewebefasern eine Menge der allerfeinsten Fasern, welche sie zusammensetzen. *Hannover* [10]) giebt darüber nur eine ganz kurze Notiz. Er sagt: „La membrane cellulaire est composée d'une substance d'un granuleux très-fin," er lässt sich aber nicht genauer über ihre Textur aus; und wenn man frische Zellen untersucht, und nur die mittelstarken Vergrösserungen ohne Zusatz färbender Substanzen, insbesondere der Jodlösung, beobachtet, so wird man auch nichts Anderes erkennen, als was *Hannover* sah. *Valentin* l. c. hält aber die Hülle der centralen Nervenzellen für „zellgewebiger Natur"; sie sei „entweder wahres Zellgewebe oder eine diesem isomorphe Bildung" [11]).

---

[4]) *Bruns*, l. c. 1841. [5]) *Hannover*, Recherches microscopiques, p. 7.

[6]) *Kölliker*, Gewebelehre, 1855. pag. 289 der 2. Auflage (271 der 1. Aufl. Mikr. Anat. pag. 406.) sagt: „Die Nervenzellen besitzen eine zarte, structurlose Membran als äussere Bekleidung, welche in den Zellen der Ganglien (Ganglienzellen, Ganglienkugeln, Ganglienkörpern) mit Leichtigkeit nachzuweisen ist, sehr schwer an denen der Centralorgane; doch gelingt es auch hier unter Zuziehung von Reagentien, an den grösseren Zellen die Membran ziemlich bestimmt zu sehen, wogegen bei den kleinsten, gerade wie bei den feinsten Nervenröhren, eine solche, wenn auch vielleicht vorhanden, doch nicht zu beobachten ist." *Kölliker* äussert sich an einem anderen Orte seiner Gewebelehre (2. Aufl. p. 291): „Ob die Nervenzellen der grossen Centralorgane Membranen besitzen oder nicht, ist noch nicht entschieden. *Stannius* konnte dieselben bei den Neunaugen nicht finden, und *R. Wagner* stimmt für die Nervenkörper der electrischen Lappen der Zitterrochen bei. Ich glaube an den grossen vielstrahligen Körpern im Rückenmark und kleinen Gehirn des Menschen, und auch hie und da an andern, eine Membran zu sehen, gebe jedoch gern zu, dass an allen kleineren und an den Fortsätzen der centralen Zellen überhaupt eine Hülle nicht wahrzunehmen ist. Dies scheint mir jedoch nicht hinreichend, um ihre Existenz zu läugnen, und glaube ich, dass man hier wie bei den feinsten Nervenröhren vorläufig sich eines bestimmten Urtheils zu enthalten hat." l. c. p. 291. *Kölliker* lässt es also nur in Bezug auf die kleinsten Nervenzellen noch unentschieden, ob eine zellgewebige Hülle (überhaupt eine Hülle) abzusprechen sei oder nicht.

[7]) S. *R. Wagner's* neurol. Unters. 1854. p. 90. [8]) *R. Wagner* in: Göttinger Nachrichten 1851. Nr. 14.

[9]) *Valentin*, Nova Acta A. N. C. 1836. p. 231. Taf. VI. Fig. 39. [10]) *Hannover*, l. c. p. 7. [11]) *Valentin*, l. c. p. 162.

Die Bezeichnung der Nervenscheide und Nervenzellenhülle als eine „structurlose Membran" giebt auch *Bidder* [12]). *Lieberkühn* [13]) fand hingegen Aehnliches wie ich. Nach Entfernung des Bindegewebes von einem Ganglion sah er (nach vorgängiger Zerfaserung desselben) an der Oberfläche der Nervenzellen bei Fröschen die feinsten Fasern, den Bindegewebefasern ganz unähnlich. „Interdum vides tenuissimas fibrillas, quae reliquae telae conjunctivae omnino dissimiles sunt, in superficie cellulae, partes membranae abscissae esse videntur." Ich muss mich dieser letzteren Ansicht *Lieberkühn's* anschliessen, und kann diese feinsten Fasern nur für Elementarröhrchen der Nervenzelle erklären.

Kölliker [14]) nennt die äussere Bekleidung der Nervenzelle „eine zarte, structurlose Membran", spricht also hiermit unsern Mangel an Kenntniss ihrer Elementarstructur aus [15]), und ist auch begreiflicher Weise nicht im Stande, anders zu schreiben, sofern er die Resultate seiner bei 350-facher Vergrösserung angestellten Untersuchungen mittheilt, weil eben bei solcher verhältnissmässig zu geringen Vergrösserung die Textur der Zellenhülle durchaus nicht genauer zu erkennen ist.

Andere, mehr mit meinen Angaben übereinstimmende Bemerkungen über die Textur der Zellenhülle finde ich übrigens bei keinem meiner Vorgänger, und ich muss daher wiederum auf die nur durch meine Untersuchungsmethode zu erlangenden Resultate, wie ich sie im Vorausgehenden beschrieben habe, verweisen. Ich füge nur noch wenige Worte zur Erläuterung bei. Dass die Membran der kleinen centralen Nervenzellen mit unsern bisherigen Hülfsmitteln nicht wahrzunehmen war oder ist, beweist noch nichts gegen deren Existenz, für welche nicht blos alle Analogieen sprechen, sondern auch positive Thatsachen.

Gegen den Vorwurf, dass ich Bindegewebefasern und Elementarröhrchen verwechselt habe, muss ich mich ausdrücklich verwahren.

Dass aber oft Bindegewebefasern der Nervenzellenhülle mit wirklichen Nervenfasern, die von ihr ausgehen, verwechselt worden sind, zeigt uns die Geschichte dieser Untersuchungen seit *Remak's* und *Valentin's* Arbeiten. Mancher gute spätere Beobachter, z. B. *Helmholtz* [16]), der ausdrücklich sogar vor diesem Irrthum warnt, begeht ihn selbst, indem er die Nervenfaser von einer Seite der Zelle, die Bindegewebefasern von der andern Seite derselben abgehen lässt [17]). Hier verwechselte *Helmholtz* sogar wirkliche feine Nervenfasern (und nicht blos Elementarröhrchen) mit Bindegewebefasern.

2) Das Parenchym der Zelle betreffend.

Die bisherigen Ansichten über diesen Punkt lassen sich unter zwei Abtheilungen subsummiren:

a. Einige Forscher betrachten das Parenchym der Zelle als eine flüssige Masse, welche nur durch die Hülle zusammengehalten wird und bei berstender Hülle ausfliesst. So sagt z. B. *Hannover* [18]): „Les cellules cérébrales sont des vésicules composées d'une membrane cellulaire, d'un contenu liquide, d'un ou plusieurs noyaux," etc. Ferner p. 8: „Le contenu de la membrane cellulaire ne saurait être représenté isolément; il est très-liquide et transparent, et lorsque la membrane cellulaire est rompue, il disparaît aussitôt dans le fluide qui l'environne." Die nämliche Ansicht hat *Axmann* [19]). Er sagt pag. 24 von dem Parenchym der (peripherischen) Ganglien: „es zerfliesst bei'm Platzen einer frischen Kugel"; er bildet sogar Fig. 2, f. auch diesen Vorgang ab.

---

[12]) *Bidder*, 1847. l. c. p. 24. u. a. O. [13]) *Lieberkühn*, de structura gangliorum penitiori. Berlin 1849. 4. p. 16. 17.

[14]) *Kölliker*, Gewebelehre. 1855. p. 289.

[15]) *Kölliker* sagt von der Membran der Nervenzellen: „Ihre Membran zeigt nichts Besonderes [d. h. also in *Kölliker's* Sinne wohl: kein bemerkbares Gewebe = structurlos], ausser dass sie häufig sehr zart ist, ja selbst, wie in den grossen Centralmassen, nachträglich ganz schwindet." (Gewebelehre. 1. Aufl. 1852. p. 69; 2. Aufl. 1854. p. 91; in beiden unverändert.) *Kölliker* begründet auf die Dicke der Hülle sogar die Eintheilung der Nervenzellen in zartwandige (Centralorgane) und dickwandige (peripherische Ganglien). Gewebelehre. 1. Aufl. p. 272; 2. Aufl. p. 290.

[16]) *Helmholtz*, l. c. 1842. [17]) *Helmholtz*, l. c. p. 8. [18]) *Hannover*, l. c. p. 7.

[19]) *Axmann*, Beitr. z. mikr. Anat. des Gangl. Nervensyst. 1853.

b. Andere Forscher betrachten das Zellenparenchym als eine körnige, durch ein eiweissartiges Bindemittel zusammengehaltene Masse. So sagt z. B. *Valentin* [20]) von dem Parenchym der peripherischen Nervenzelle: dass es aus „einem grauröthlichen Stoff besteht, welcher durch eine helle, durchsichtige, etwas zähe, nicht selten sich in Fädchen ziehende Masse (Blastem) getränkt und zusammengehalten wird. Bei den Fischen ist das Parenchym sehr durchsichtig, wasserhell, enthält kleine, zerstreute, runde, vereinzelte Körperchen etc.“ Dasselbe sagt *Valentin* [21]) von dem Parenchym der centralen Nervenzellen, welches er „grauröthlich, feinkörnig, von einem äusserst feinen zellgewebigen Wesen durchzogen“ nennt.

Die nämliche oder fast die nämliche Beschreibung dieser Theile gibt *Valentin* sieben Jahre später, in seiner „Hirn- und Nervenlehre“ (1841), sowie in dem bald darauf (1842) bearbeiteten Artikel „Gewebe“ in *R. Wagner's* Handwörterbuch der Physiol. I. p. 692 und 697.

Mit *Valentin* übereinstimmend sagt ferner *Purkinje*, nach zahlreichen Untersuchungen, von dem Nervenzellen-Parenchym [22]): es sei „härtlich, durchscheinend, besteht aus freier, wahrscheinlich nervöser Punktmasse, und widersteht dem Drucke und chemischen Reagentien länger als andere Nervensubstanzen.“ Im Ganzen mit *Valentin* übereinstimmend ist auch *Remak*, wie letzterer in seinen Observ. anat. 1838, § 14, speciell angiebt. *Remak* betrachtet das Nervenzellen-Parenchym als bestehend aus „corpusculis minimis rotundis, in medio punctulum obscurum continentibus“ [23]), also ähnlich einem Nucleolus, wie *Remak* selbst (ibidem) bei der Erklärung der Fig. VII sagt: „nucleolus .... cum corpusculis, ex quibus parenchyma constat, quoad magnitudinem et structuram summam praebet similitudinem.“ Doch geht dies nicht aus *Remak's* Abbildungen hervor, und er sah wohl nur vereinzelt im Zellenparenchym Nucleolus-ähnliche Gebilde (Querdurchschnittsflächen oder Umbeugungswinkel von Axencylindern). Gewiss ist nur, dass *Remak* das Zellenparenchym nicht für flüssig hält. Dass das Nervenzellen-Parenchym ein fester Körper sei, behauptet auch *Remak* noch in der neuesten Zeit; er sagt 1853 [24]), dass „die den Kern umgebende Substanz der Ganglienkugel — nach Sprengung der beiden Scheiden — in der Regel als fester Körper von körnigem Gefüge erscheint.“

Das Nervenzellen-Parenchym betrachtete auch *Schwann* [25]) als „eine feinkörnige, gelbliche Substanz, und dies — sagt er — scheint überhaupt das Gewöhnliche zu sein.“ Dass einmal *Schwann* das Körnige nur an der Oberfläche, das Innere aber hell fand, erklärt sich aus dem hellen durchsichtigen Nucleus, wie dies oft vorkommt.

Die wachsartige Consistenz des Nervenzellen-Parenchyms nimmt auch *Henle* an [26]). Auch beschreibt *Henle* [27]) die körnige Beschaffenheit der Oberfläche des Nervenzellen-Parenchyms. Das Parenchym der Ganglienkugel (bei Fischen) beschreibt *Bidder* [28]) als eine „fein granulirte, schwach gelb gefärbte, zähe Masse,“ die „elastisch, fest, wachsartig (p. 22. 23), bei darauf angebrachtem Druck an Umfang zunimmt, bei nachlassendem Druck die erste Gestalt wieder annimmt, ... durchaus nicht flüssig ist, zuweilen in feine glashelle Fäden sich ausgezogen zeigt, oder in eine durchsichtige, mitunter weit zu verfolgende Faser auszugehen scheint und die mit Ausnahme des Kerns keine differenten Bestandtheile (p. 23) zeigt.

Dass die inneren Theile des Zellenparenchyms flüssiger seien, als die äusseren Theile desselben, giebt jedoch *Bidder* in seiner Beschreibung [29]) noch speciell an.

Zu der nämlichen Zeit sagt *R. Wagner* [30]): „Der Inhalt der Zelle zeigt stets eine feinkörnige Masse; es scheint als ob deren Molekule von einem zähen, eiweissartigen Bindemittel zusammengehalten

---

[20]) *Valentin*, l. c. 1836. p. 138. [21]) *Valentin*, ibid. p. 153. 154.
[22]) *Purkinje*, im Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Prag 1837, p. 179. [23]) *Remak*, Observ. anat. p. 34.
[24]) *Remak*, im Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden. 1853. p. 182.
[25]) *Schwann*, l. c. 1839. p. 182. [26]) *Henle*, Allgem. Anat. p. 653. [27]) *Henle*, Allgem. Anat. p. 653.
[28]) *Bidder*, 1847. l. c. p. 16. [29]) *Bidder*, 1847. l. c. p. 23. [30]) *R. Wagner*, Neue Untersuchungen etc. 1847.

werden; denn der Inhalt zerfliesst nicht und behält bei geplatzter Zelle die Form derselben ziemlich bei (Fig. V, f; VI, n. s. v.)." Das Nervenzellen-Parenchym bei Torpedo beschreibt *R. Wagner* an anderer Stelle [31]) als „durch und durch aus einer punktulirten, feinkörnigen Substanz bestehend, wie es scheint eine homogene, durchsichtige Masse, welche mit sehr feinen, dunklen Molekeln durchmischt ist." Dass das Parenchym der Nervenzellen eine feinkörnige Masse sei, die bei Zerreissung der Zellenhülle nicht zerfliesst oder sich ausbreitet, sondern seine Gestalt bewahrt, fand auch *Robin* bei Rochen [32]) zu gleicher Zeit wie *Wagner* und *Bidder*.

Bald darauf gab auch *Stannius* (1850) übereinstimmende Erklärungen ab. Dass das Nervenzellen-Parenchym eine „feinkörnige, zähe, elastische, durchsichtige Masse mit kleinen dunklen Körnchen vermischt" sei, erkannte nämlich *Stannius* (bei Petromyzon) 1850 [33]), und er weist ausdrücklich auf die Aehnlichkeit im Gewebe des Axencylinders und des Nervenzellen-Parenchyms hin [34]).

Auch *Kölliker* betrachtet in der neueren und neuesten Zeit hiermit übereinstimmend das Nervenzellen-Parenchym in seinen verschiedenen anatomischen Schriften als eine nicht flüssige Masse. *Kölliker* [35]) beschreibt den Inhalt der Zelle als „eine weiche, aber zähe, elastische Masse, die, abgesehen von dem Zellenkern, aus zwei Theilen besteht, erstens aus einer hellen, homogenen, leicht gelblichen oder farblosen Grundmasse, welche die physikalischen Eigenschaften des Nervenzelleninhalts bedingt und grösstentheils eine Proteinverbindung ist, und zweitens aus feinen Körnchen verschiedener Art. In den ungefärbten Nervenzellen sind dieselben in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer Körperchen durch den ganzen Inhalt bis in's Innere verbreitet und in die zähe Grundmasse eingebettet, während in den gefärbten Zellen statt ihrer mehr oder weniger gelbliche, braune oder schwarze Körperchen sich finden. Diese letzteren sind meist grösser und liegen gewöhnlich an einer Stelle der Zelle in der Nähe des Kerns in einem Klumpen dicht beisammen; andere Male erfüllen sie die gesammte Zelle nahezu ganz, und geben ihr vollkommen das Ansehen einer braunen oder schwarzen Pigmentzelle; .... drückt man (p. 291) isolirte Nervenzellen, so platten sie sich ab, nehmen aber bei'm Nachlass ihre alte Form wieder an."

Ich führe absichtlich nicht die vollständige Reihe der Forscher und ihrer Meinungen an, weil zu meinem augenblicklichen Zweck die angegebenen genügen.

Es scheint mir nicht schwer, zuerst die Ansicht von dem flüssigen Aggregatzustande des Zellenparenchyms zu widerlegen. *Hannover* urtheilte, dass der Zelleninhalt im frischen Zustande flüssig sei, aus dem Grunde, weil bei'm Rollen der Zelle der excentrische Kern seinen Platz, aber nicht seine Gestalt wechselt, und ausserdem aus der Durchsichtigkeit frischer Zellen. Er sagt: „le liquide contenu dans la cavité de la membrane cellulaire se voit le mieux, quand les cellules isolées sont mises en mouvement par de légères secousses du verre, sur lequel l'objet est étalé: le noyau excentrique y contenu change de place, mais non pas de forme, et reste suspendu à la face interne de la membrane cellulaire, tandis que celle-ci change de forme sans crever." l. c. p. 8. Bei der grossen Bedeutung, welche *Hannover* als Forscher hat, ist es zwar eine missliche Sache, ihm ohne die schärfsten Gründe zu widersprechen; indessen glaube ich doch, dass die oben von ihm vorgebrachten Gründe nicht entscheidend sind. Während die Zelle rollt, sagt *Hannover*, kann der Kern einen anderen Platz im Innern der Zelle annehmen. Der Kern wäre gleichsam wie eine kleine Kugel im Innern einer grossen Blase, an letztere wie mit einem dünnen Fädchen an einem Punkte befestigt, und bei deren Bewegung hin und her flottirend oder rollend. Meiner Ansicht nach lässt sich aber der Umstand, dass der Kern bei'm Rollen der Zelle nicht stets an dem nämlichen Punkte, d. h. gleich weit von den betreffenden Stellen

---

[31]) *R. Wagner*, Handwörterbuch der Physiol. III. 1. Abth. p. 377. [32]) *Robin*, l'Institut, 1846. Nr. 687.
[33]) *Stannius*, in *R. Wagner's* neur. Unters. 1854. p. 90. [34]) *Stannius*, in *R. Wagner's* neur. Unters. 1854. p. 89.
[35]) *Kölliker*, Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl. p. 290.

der Peripherie der Zelle erscheint, anders erklären; dieser Umstand beweist streng genommen nichts anderes, als dass die Zelle eine Kugelgestalt nicht besitzt, der Kern dagegen schon mehr der Kugelgestalt sich nähert, also in allen Lagen der Zelle rund oder rundlich erscheint, nicht aber in allen Lagen der irregulär geformten Zelle an ein und demselben Orte, das heisst gleich weit von allen Punkten der relativ oberen etc. Fläche der Zelle entfernt. Da der Kern excentrisch in der Zelle liegt, so ist es hierdurch gar nicht anders möglich, als dass, beim Rollen der Zelle, der Kern die verschiedenste Stellung zur Oberfläche und zu den begränzenden Rändern der Zelle unter dem Mikroskop darbietet, d. h. einem relativen Seitenrande der Zelle das eine Mal näher, das andre Mal entfernter liegt, ohne seinen Platz in der Zelle selbst gewechselt zu haben. Ausserdem ist aber zu bedenken, dass es nicht wohl möglich sein dürfte, zu entscheiden, ob — bei'm Rollen der Zelle — der Kern wirklich seinen Platz gewechselt hat, oder ob die durchsichtige Zelle nur die dem Kern nähere oder die dem Kern entferntere Abtheilung ihrer Oberfläche dem Auge des Beobachters zugewendet, und in Folge dieses Umstandes die Täuschung veranlasst hat, als hätte der Kern seine Stelle gewechselt. Auch der andere von *Hannover* angeführte Grund, dass das Parenchym durchsichtig sei, nicht isolirt dargestellt werden könne, und bei'm Platzen der Zelle in der umgebenden Flüssigkeit verschwinde — findet nicht auf die Nervenzellen im Allgemeinen Anwendung. Es giebt sicherlich Nervenzellen bei vielen Thiergattungen, Fischen, Mollusken etc., welche im frischen Zustande ganz so, wie *Hannover* beschreibt, sich verhalten. Aus der Durchsichtigkeit derselben folgt aber nicht, dass sie bloss Flüssigkeit enthalten. Die Cornea des Thierauges ist auch durchsichtig, und dennoch ein festes Gewebe; der Glaskörper nicht minder, wie *Hannover* vor Allen nachgewiesen; der Inhalt der Nerven-Primitivfaser, die Retina u. s. w. sind auch im frischen Zustande durchsichtig, und bestehen dennoch nicht aus blosser Flüssigkeit. Jener Umstand spricht blos für die unendlich grosse Zartheit der Gewebe, welche im frischen Zustande mit unsern jetzigen Hülfsmitteln noch nicht erkannt werden können. Und dieser nämliche Grund spricht auch gegen die andere Annahme *Hannover's*, dass — weil in der umgebenden Flüssigkeit der Zelleninhalt verschwindet — derselbe auch nur als eine Flüssigkeit betrachtet werden müsse.

Jedenfalls ist es bei den höheren Wirbelthieren an allen frischen Zellen, z. B. des Ochsen-Rückenmarks, leicht nachzuweisen, dass die Zelle nicht als ein Bläschen betrachtet werden kann, sondern ein ziemlich fester Körper ist, der bei der Compression nicht wie ein Bläschen platzt, sondern gequetscht, platt gedrückt und zum Auseinanderweichen seiner Molekule gebracht werden kann, dessen Inhalt sich aber dabei keineswegs wie eine mit Flüssigkeit gefüllte Membran verhält, und nicht in der sie umgebenden Flüssigkeit verschwindet, sondern die Formen seiner zerquetschten Molekule in der Flüssigkeit, bei gehöriger Beleuchtung und Vergrösserung und allenfallsiger Anwendung färbender Reagentien, wohl erkennen lässt.

Ich muss mich daher den Ansichten *Valentin's*, *Rudolph Wagner's*, *Kölliker's* u. A. in Bezug auf die Consistenz des Zellenparenchyms anschliessen, und gegen diejenige *Hannover's* — sofern sie allgemein auf Nervenzellen Bezug haben soll — aussprechen. Die Angaben *Axmann's* verlieren aber durch den Umstand an Bedeutung, dass derselbe, während er die Wirkung des Drucks auf die Zelle abbildet, auch zugleich den Beweis gegen seine eigne Behauptung liefert [39]). Der Zelleninhalt, wenn er flüssig wäre, müsste doch bei'm Ausfliessen aus der Zelle einen Tropfen oder mehrere Tröpfchen bilden; *Axmann's* Abbildung aber, die als Skizze im Ganzen richtig ist, zeigt nichts von Tropfen, sondern eine granulirte Masse, durch Druck auseinander getrieben. *Axmann* urtheilte auch wohl hauptsächlich aus der Durchsichtigkeit frischer Nervenzellen, und aus der Veränderung ihres Ansehens bei der supponirten „Gerinnung des Marks", welcher man in den Elementen des Nervensystems bisher

[39]) *Axmann*, l. c. p. 23. Fig. 2. f.

eine ungehörige Rolle zugetheilt hat. Das „Mark“ der Zelle wird, wie *Axmann* sagt (p. 24), „in Folge der schnell eintretenden Gerinnung schnell zäh, körnig und gelblich, und tritt dann im Ganzen als zusammenhängende, etwas elastische Masse aus der Ganglienkugelhaut heraus.“ Gewiss ist es, dass das äussere Ansehen der Elemente des Nervensystems, vom Momente des Todes an, allmählig immer auffallendere Veränderungen in seiner äusseren Erscheinung zeigt, und zwar sicherlich in Folge von chemischen Vorgängen darin, welche durch das Aufhören des Lebens bedingt sind. Es ist wichtig, alle diese Vorgänge kennen zu lernen, und es wird eine Aufgabe der Physik und Mikrochemie sein, dieselben genau zu erkennen. Aber — durch die Annahme einer Gerinnung ist nichts erklärt, und noch viel weniger ist es gestattet, aus der Durchsichtigkeit eines organischen Gebildes den Schluss auf seinen Aggregatzustand zu ziehen. Die Durchsichtigkeit bedingt keineswegs einen tropfbar-flüssigen Aggregatzustand, und demnach ist, wenn eine Nervenzelle durchsichtig ist, noch nicht der Schluss erlaubt, dass ihr Inhalt aus einer Flüssigkeit bestehe. Die Gewebe oder Elemente dieser kleinen Nervengebilde sind so zart und fein, dass sie eben im frischen Zustande sich ähnlich dem Humor vitreus, etc. unter dem Mikroskop verhalten, und nur durch künstliche Behandlung, durch die Veränderung in Folge des Lufteinflusses etc. auf sie in Bezug auf ihre Elementarstructur zu erforschen sind.

Ich glaube, dass diese Gründe genügen, um *Hannover's*, *Axmann's* und Anderer Annahmen mit denen *Valentin's*, *R. Wagner's* und *Kölliker's* in Einklang zu bringen.

Die Hauptfrage für meinen Zweck bleibt jetzt die: ob die Annahmen der letztgenannten Beobachter mit den meinigen in Uebereinstimmung gebracht werden können, insofern ich nämlich das Zellenparenchym als aus Elementarröhrchen zusammengesetzt ansehe. Diese Frage lässt sich allerdings nicht unbedingt bejahen; denn weder *Valentin* noch *Hannover* oder *Wagner* und *Kölliker* u. A. sprechen von Röhrchen des Zellenparenchyms. Sie sahen nur dunkle Punkte von grösserem oder kleinerem Umfang in demselben. Ich kann diese Angaben nur für ganz übereinstimmend auch mit den Resultaten meiner eignen Untersuchungen bezeichnen, sofern man von den Ergebnissen einer bei 350—400-maligen Vergrösserung angestellten Untersuchung redet. Und diese Vergrösserung ist es, welche die genannten Forscher durchschnittlich benutzt und bei welcher sie ihre Abbildungen angefertigt haben. Bei einer solchen, relativ zu niedrigen, Vergrösserung sieht man allerdings gewöhnlich nichts Anderes, oder nichts Anderes mit Sicherheit, als was jene Forscher beschrieben haben. Man sieht an Nervenzellen, sowohl frischer wie in Chromsäure etc. aufbewahrter Präparate, nur die Umbeugungswinkel der Elementarröhrchen, oder die ideellen Querdurchschnittsflächen in der Ebene ihrer Umbeugung, und diese Stellen erscheinen als rundliche Punkte, und erzeugen durch ihre Menge das granulirte Ansehen des Zellenparenchyms. Die helleren Räume zwischen diesen dunklen Punkten, welche bei stärkeren Vergrösserungen sich als kürzere oder längere Fragmente von Elementarröhrchen ausweisen, die man alsdann in Continuität in verschiedener Strecke und in verschiedenen Ebenen verlaufen sieht, sind bei einer so schwachen (300—400-maligen) Vergrösserung nicht zu erkennen. Wendet man aber eine 700-malige lineare Vergrösserung an, vorausgesetzt, dass das Mikroskop eine genügende Kraft besitzt, so findet man auch in den frischen Nervenzellen nicht blos jene granulirte Masse, sondern man sieht, dass das Zellenparenchym von faserartigen Massen durchzogen ist, die bald gerade bald gewundene linienförmige hellere Räume in der granulirten Masse bilden. Ich zweifle kaum, dass auch jene Forscher die höheren Vergrösserungen angewandt, und auch die eben erwähnten hellen Räume oder Streifen im Zellenparenchym beobachtet haben. Aber — dem sorgsamen Forscher, welcher ängstlich darauf bedacht ist sich vor Täuschungen zu wahren, erscheinen solche Räume wohl eher als künstlich durch die Präparation erzeugte Veränderungen des Zellenparenchyms u. s. w., und er würdigt sie keiner genaueren Untersuchung; er schweigt deshalb von ihnen, indem er sich an das hält, was als etwas ganz sicher zu Beobachtendes unter allen Umständen sich ergiebt. Die Anwendung noch höherer Vergrösserungen als von 300 — 400 linear steht ohnediess in einem zweideutigen Rufe bei den heutigen

Mikrographen, und Viele behaupten geradezu, dass das, was sie bei einer 400-maligen Vergrösserung nicht sicher zu erkennen vermögen, bei noch höheren Vergrösserungen nicht deutlicher wird. Ich kann diese Meinung — vorausgesetzt, dass man mit den besten oder besseren Insrumenten arbeitet — durchaus nicht theilen. Ich muss daher die Anwendung einer zu geringen Vergrösserung vor allen Dingen als die Hauptursache ansehen, weshalb jene Forscher die röhrchenartigen Gebilde des Zellenparenchyms nicht erkannt haben.

Nun unterliegt es aber keinem Zweifel, dass in nicht seltenen Fällen auch bei Anwendung einer 300—400-maligen Vergrösserung röhren- oder faserartige Gebilde im Zellenparenchym zu erkennen sind, obwohl diese Gebilde breiter sind als die feinsten oben von mir beschriebenen Elementarröhrchen. Der Erste, welcher solche faserartige Gebilde im Zellenparenchym sah, ohne ihnen weitere Bedeutung beizulegen, war *Remak*. In seinen Observationes anatomicae (1838) bildet er auf Tab. I. Fig. 14. B. eine Zelle ab, von deren Kern zwei dunkle kurze faserartige Fortsätze abgehen. *Remak* sagt in der Erklärung nur: „Globulus nuclei forma insignis.“ Nach *Remak* hat auch *Valentin* in einer Abbildung, welche er einige Jahre später (1842) von einer grossen centralen Nervenzelle gab [40]), ganz deutlich Streifen oder Fibrillen gezeichnet, welche von dem Fortsatz der Zelle (zugespitzten Ende) gegen den Kern hin durch die grössere Hälfte des Zellenparenchyms in fast paralleler, nur schwach divergirender Richtung hindurchstrahlen. Zugleich bemerkt er ausdrücklich, l. c. p. 697: „Wie bei den peripherischen Nervenkörpern, so existiren auch hier (bei den centralen) in der Grundmasse oft mehr oder minder deutlich kennbare Kugelgebilde, bisweilen auch mehr oder minder deutliche Streifen oder Falten. Fig. 48.“ *Valentin* untersuchte aber diese Streifen nicht genauer.

Zwei Jahre später kam *Remak* entschiedener auf die Erkenntniss fibrillärer Gebilde im Zellenparenchym zurück. *Remak* nahm nämlich im Jahre 1844 [41]) faserartige Gebilde in dem Nervenzellen-Parenchym an, und versuchte solches durch eine schematische Zeichnung [42]) zu versinnlichen. Er sagt: „Wo ein feineres Rohr in eine Ganglienkugel übergeht, erkennt man zuweilen in der letzteren, dass sehr zarte, granulirte, den Kern umkreisende Fasern die Substanz der Kugel zusammensetzen, und sich an der Uebergangsstelle der Kugel in das Rohr sammelnd eine Fortsetzung des pulverigen (R. will sagen: punktirten) Inhalts des letzteren bilden.“

Ferner sah *Harless* [43]) an den Nervenzellen des Lobus electricus cerebri des Zitterrochens faserartige Gebilde, welche vom Nucleolus aus durch die ganze Dicke des Nucleus und des Zellen-Parenchyms sammt der Zellenhülle hindurchtraten, und sich sogar ausserhalb der Zelle eine Strecke weit, an Länge dem Durchmesser der ganzen Zelle gleich, oder noch weiter verfolgen liessen. *Harless* bildet dieses Verhalten auch in den Fig. 4. 5. 9. ab. Er hält diese Fortsätze für wahre Primitivfasern, und deren unmittelbarer Zusammenhang mit dem Nucleolus (dem „inneren Kerne“, wie *Harless* sagt) schien ihm durch Anwendung von Jodine ganz zweifellos deutlich.

Im folgenden Jahre, 1847, machte *Axmann* seine Beobachtungen bekannt [44]). *Axmann* sah in dem Nervenzellen-Parenchym [45]) Röhren- oder Faser-artige Gebilde und bildete solche ab (Fig. 6. 7. 8. 9. 10); er hielt dieselben für die unmittelbare Fortsetzung des Axencylinders einer in eine Zelle eintretenden Nervenfaser, welcher sich mit dem Nucleus derselben in Verbindung setze.

Zwei Jahre nach der Bekanntmachung der *Axmann*'schen Dissertation veröffentlichte *Lieberkühn* seine gekrönte Preisschrift [46]). *Lieberkühn* beobachtete im Zellenparenchym breitere und feinere

---

[40]) *Valentin*, in *R. Wagner's* Handw. d. Phys. I. Tab. IV. Fig. 48. [41]) *Remak*, in *Müller's* Archiv, 1844. p. 469.
[42]) *Remak*, in *Müller's* Archiv, 1844, Tab. XII. Fig. 9. [43]) *Harless*, in *Müller's* Archiv. 1846. p. 285 ff.
[44]) *Axmann*, Dissert. inaug. de gangliorum systematis nervos. structura penitiori ejusque functionibus. Berlin 1847. 4. Mit 1 Taf. Abbildungen. Ausführlicher und umgearbeitet in dessen: Beiträge zur mikroskop. Anatomie und Physiologie des Ganglien-Nervensystems etc. Berlin 1853. 8. [45]) *Axmann*, l. c. p. 30—32.
[46]) *N. Lieberkühn*, de gangliorum structura penitiori. Berlin 1849. 4. 1 Taf. Abbild.

Röhren-artige Gebilde, welche er als die unmittelbaren Fortsetzungen von Nervenfasern ansah, die in die Zelle eintraten und mit dem Nucleus und Nucleolus sich in Verbindung setzten. Gleichzeitig oder bald nachher (1850) veröffentlichte auch *Valentin* ähnliche Beobachtungen wie *Harless* an den Nervenzellen des lobus electricus cerebri bei'm Zitterrochen. *Valentin* giebt nämlich in seinem Lehrbuch der Physiologie [47]) Abbildungen dieser Verhältnisse; zwar nennt er sie „Scheinursprünge von Nervenfasern" und sagt, dass „die offenbar abgerissene Primitivfaser über der Ganglienkugel lag" (p. 701), und dass es ihm nie gelungen sei, diese Fortsätze in ächte Nervenfasern übergehen zu sehen. Indessen aus dem später Mitzutheilenden dürfte sich eine andere Anschauung ergeben.

Drei Jahre später (1853) wiederholte *Remak*, dass das Zellenparenchym aus einer fibrillösen Masse besteht. Er fand [48]) bei frischen Rochen die einzelnen Nervenzellen wie aus lauter zwiebelartig in einander liegenden Häuten oder faserigen Massen zusammengesetzt [49]), und sagt [50]), dass bei'm Uebergange der Primitivröhren in die Kugeln der Spinalganglien (bei Raja clavata) „die fibrillösen Streifen der Wand des Axenschlauchs in die fibrillöse Masse, aus welcher die Substanz der Kugel besteht, übergehen."

In demselben Jahre veröffentlichte *Axmann* [51]) seine bereits erwähnte Ueberarbeitung der Dissertation, worin er in Bezug auf den hier zu besprechenden Gegenstand die früheren Ansichten wiederholt.

Wir haben hier eine Reihe von Beobachtungen, welche von verschiedenen Seiten her verschieden beurtheilt worden sind, deren Wichtigkeit aber unverkennbar ist. Ich halte eine genauere Analyse derselben für unerlässlich und wende mich zuerst zu den Angaben von *Harless*. Diese Beobachtungen, wenn sie sich bestätigen liessen, würden eine bedeutende Stütze für meine Angaben sein, ja letztere würden kaum etwas anderes sein, als eine Bestätigung der *Harless*'schen Befunde. Die Untersuchungen von *Harless* wurden von verschiedenen Seiten her als unrichtig bezeichnet [52]). *Wagner* meint (p. 377), dass der Anlass zur Täuschung für *Harless* Fragmente von über oder unter den Nervenzellen gelagerten Nervenfasern gewesen seien, und bildet in Fig. 41 u. 42 solche ab, „die scheinbar davon entsprangen; sie lösten sich aber doch immer leicht, wenn man mit der Staarnadel einen schwachen Druck auf das deckende Gläschen ausübte." Diesen Gründen gegenüber muss ich aber die nämlichen Gegengründe geltend machen, welche ich bei denen *Valentin's* (s. u.) darbringen werde. Ich glaube also nicht, dass *Harless* sich einer so groben Verwechselung schuldig gemacht habe, um so weniger, als die feineren Fasern, welche *Harless* bis zu dem Nucleolus laufen sah, wohl nicht mit den doppeltcontourirten Primitivfaser-Fragmenten verwechselt werden konnten, ihrer auffallenden Verschiedenheit im äusseren Ansehen wegen. Auch ich habe bei vielen, speciell auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen, welche ich im Herbste 1855 am electrischen Gehirnlappen des Zitterrochen in Nizza angestellt habe, niemals das von *Harless* abgebildete Verhalten verificiren können, und ich muss daher die Angaben von *Harless* als solche betrachten, welche den von mir oben gegebenen Auseinandersetzungen über das Gewebe des Zellenparenchmyms keine directe Stütze verleihen. Es hiesse aber

---

[47]) *Valentin*, Lehrb. d. Physiologie. 2. Aufl. 3. Abth. 1850. Fig. 24. f. d.

[48]) *Remak*, in: Bericht über die Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden. 1853. p. 182.

[49]) Die körnige Substanz der Ganglienkugeln einer Raja batis, 24 Stunden in Chromsäurelösung (verdünnter) und doppelt kohlensaurem Kali aufbewahrt, war in ein regelmässig faseriges Gefüge umgewandelt, und zwar liessen sich zwei Schichten von Fäserchen unterscheiden, die innere umgab concentrisch den Kern, die äussere verlief nach beiden Polen in den Canal des Axenschlauchs. Gleiches sah *Remak* an den multipolaren Ganglienkugeln im Rückenmark der Säugethiere, in denen sich ein ähnlicher faseriger Bau bemerklich macht, der sich in die Strahlen (Nervenzellen-Fortsätze) hinein verfolgen lässt; auch an den Nervenzellen der Retina nach Einwirkung von Sublimat, Alkohol oder Chromsäure.

[50]) *Remak*, in: Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1853. 12. Mai.

[51]) *Axmann*, Beiträge zur mikr. Anat. des Ganglien-Nervensystems. 1853. Berlin.

[52]) Von *Kölliker*, in dessen und *Siebold's* Zeitschrift für wissenschaftl. Zool. I. p. 136; von *Robin*, und *R. Wagner*; s. *R. Wagner*, Handwörterbuch d. Physiol. III. 1. Abth. p. 367, 377 u. 379.

alle Glaubwürdigkeit mikroskopischer Untersuchung in Zweifel ziehen, wollte man die Angaben von *Harless* geradezu als unrichtig, als Täuschungen in jeder Hinsicht ansehen. Man wird nicht läugnen können, dass *Harless,* vom reinsten Streben beseelt, doch irgend etwas gesehen haben müsse, was ihm Anlass zu der von ihm gegebenen Darstellung gab. Und es bleibt mir aus mehrfachen Gründen auch kein Zweifel, dass *Harless* von dem, was er beschreibt und abbildet, auch Alles gesehen hat, nur nicht in dem von ihm gezeichneten Zusammenhange. Zuerst scheint es mir wichtig zu sein, den Beweis zu liefern, dass die Abbildungen, welche *Harless* gab, nur schematische, nicht getreue Darstellungen der gesehenen natürlichen Verhältnisse sind. Zu diesem Beweise hat uns *Harless* selbst die Documente geliefert. Er sagt nämlich l. c. p. 288: „Da die Nervenfaser niemals in der Ebene des grössten Kreises der Ganglienkugel eintritt, sondern immer einen kleinen Bogen bildet, wodurch sie in einer Ebene, die mit jener einen Winkel bildet, sich an die innere Zelle (so nennt *Harless* den Nucleus) begiebt, so kommt es, dass man nie die ganze Faser, so weit sie innerhalb der grossen Ganglienkugel (Zellenparenchym und Hülle) verläuft, zugleich mit dem Kern (Nucleolus ist hier gemeint) der kleinen (Nucleus) in den Focus stellen kann, und dass man, wenn man die Körper von oben betrachtet, stets auf die Durchschnittsebene der Faser sieht, die dort, wo sie entspringt, als Kern der inneren Kugel erscheint."

Hieraus geht hervor, da *Harless* in seinen Abbildungen die „Nervenfaser" in continuo von der Zellenhülle an durch das ganze Parenchym der Zelle, wie durch das ganze Parenchym des Zellenkerns hindurch bis zum Nucleolus zeichnet, dass *H.* etwas abgebildet hat, was er in der Natur selbst nicht in dieser Weise, wie er oben ausdrücklich bemerkt, sehen konnte. Hieraus geht also hervor, dass die Abbildungen von *Harless* schematische sind und jedenfalls nicht den Werth naturgetreuer Darstellung in Anspruch nehmen können. Aber ein Stück Wahrheit liegt denselben zu Grunde, wie ich durch eigne Untersuchung der betreffenden Gebilde mich überzeugt habe. Ich fand bei 300—400-facher Vergrösserung wiederholt helle Räume, gleich faserartigen Gebilden, welche vom Rande des Nucleus durch die ganze Dicke oder nahezu durch die ganze Dicke des Zellenparenchyms bis zur Peripherie der Zelle verliefen, ähnlich wie *Harless* Fig. 3 c. abbildet; jedoch konnte ich diese helle Faser (man gestatte diesen Ausdruck vorläufig) nicht bis in das Innere des Nucleus, geschweige denn bis zum Nucleolus verfolgen, wie das *Harless* abgebildet hat. Dieser vom Nucleus aus durch das Zellenparenchym bis zu der Hülle des letzteren hin sich in gerader Linie oder geschlängelt erstreckende Fortsatz erschien mir einige Male in offenbarer Continuität mit der Contour des Nucleus, resp. eine unmittelbare Fortsetzung der äusseren nicht geschlossenen Contour des Nucleus zu sein; andre Male war diese Continuität nicht nachzuweisen. In einem Falle beobachtete ich in einem feineren Abschnitte des lobus electricus cerebri von Torpedo zwei mit einander verschmolzene Zellen, resp. eine noch nicht völlig obwohl nahezu getheilte Zelle, in welcher die beiden Nucleoli durch eine helle blasse Faser (oder faserartige Masse) wie durch eine Commissur mit einander verbunden waren, fast ganz so, wie *Harless* in der Gruppe Fig. 1 die beiden obersten Zellen links abbildet. Die helle Faser ging von dem Nucleolus der einen Zelle durch die ganze Dicke des Nucleus und des Zellenparenchyms der einen Zelle, trat in die andre Zelle, da wo ihr Zusammenhang mit der Zwillingszelle oder die Brücke zwischen beiden am breitesten war, ein, durchsetzte das Zellenparenchym und den Nucleus dieser zweiten Zelle und trat in den Nucleolus derselben ein. Von dem Nucleolus dieser letzteren aber liefen überdiess in Form eines Kreuzes noch drei andre gleich breite und helle Fasern, durch den Nucleus und das Zellenparenchym, in fast gerader Linie gegen die Peripherie der Zelle hin, ohne jedoch letztere ganz zu erreichen. Fig. 56. Tab. II. Bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung erschien in der die beiden Nucleoli verbindenden Faser noch ein dunkler Längsstreif in der Mitte; zu den stärksten Vergrösserungen war die betreffende Zelle nicht geeignet, sie war nicht durchsichtig genug, zu dick. Diese Faser war $^{1}/_{750}$''' breit, und gehörte also keineswegs zu den Elementarröhrchen. Ich glaube, dass das von mir beschriebene

Gebilde ganz mit den von *Harless* bezeichneten identisch ist. Das, was meine Beobachtung von derjenigen, die *Harless* gemacht, unterscheidet, ist — nach *Harless* — der unmittelbare — von mir aber nicht gesehene — Zusammenhang der betreffenden Faser mit den grossen Ausläufern der Zelle, welche von *Harless* geradezu als Primitiv-Nervenfasern angesehen werden. Ueber diesen Punkt werde ich bald ausführlicher reden. Ausser dieser Differenz in der Beobachtung ist es auch die Deutung, welche *Harless* jenen blassen Fasern giebt. Er hält sie gleichfalls für die unmittelbare Fortsetzung der Primitivfaser in die Zelle hinein. Mir scheint es dagegen, dass dieselbe vielmehr für den Axencylinder einer in die Nervenzelle eintretenden Primitivfaser angesehen werden muss; ich stimme also nur theilweise auch in dieser letzteren Beziehung mit *Harless* überein.

Vergleichen wir hiermit dasjenige, was *Valentin* an den gleichen Objecten beobachtete, so scheint mir die Uebereinstimmung kaum verkennbar. Denn der Umstand, dass ich diese Theile an Nervenzellen fand, welche in feinen Abschnitten aus dem lobus electricus enthalten waren, bei deren Präparation keinerlei Zerfaserung vorausgegangen, also keine Unter- oder Ueberlagerung eines Nervenfaserfortsatzes unter oder über die betreffende Nervenzelle möglich war, beweist, dass *Valentin's* Zweifel wohl nicht durchaus auf seine eignen wie auf *Harless's* Beobachtungen angewendet werden können, und dass vielmehr jenes Verhalten der Nervenzellen nicht stets als Artefact zu betrachten ist.

Aber — ganz abgesehen von diesen Deutungen — ist für mich der eine Punkt wesentlich, dass — ausser der körnigen Masse — in dem Zellenparenchym auch noch Faser-artige oder Röhren-artige Gebilde, in Form heller, blasser, durch zwei parallele Contouren begränzter Räume, von der Breite des Axencylinders einer Primitiv-Nervenfaser, oder etwas schmäler, seltener aber breiter vorkommen, welche in gerader Linie oder geschlängelt verlaufen, meistens in der Richtung von der Zellenhülle nach dem Nucleus hin radienartig das Zellenparenchym durchziehen. Diese Thatsache ist das allergeringste, was der unbefangene Beobachter (an den Nervenzellen von Torpedo und anderen) zugestehen muss, und was zuerst beobachtet zu haben *Harless* gelang.

Wass die *Axmann*'schen Beobachtungen betrifft [53]), welcher — ausser der körnigen Masse — Röhren- oder Faser-artige Theile in dem Zellenparenchym sah und solche (Fig. 6. 7. 8. 9. 10) abbildete, so habe ich lange Zeit darauf verwandt, dieselben zu verificiren. Es ist mir aber nie gelungen, einen so unzweideutigen Zusammenhang eines Fortsatzes des Nucleus mit dem Fortsatz der Nervenzelle, resp. den Uebergang eines Fortsatzes des Nucleus in den Axencylinder einer von der Nervenzelle ausgehenden Primitivfaser wahrzunehmen, wie das von *Axmann* behauptet und abgebildet wird. Ich sah wiederholt helle Räume in der bezeichneten Richtung, und ganz wie ich oben von den Nervenzellen bei Torpedo angegeben, auch in dem Ganglion Gasseri von Ochsen und Hämmeln; ich glaube daher, dass auch die *Axmann*'schen Abbildungen mehr als schematische anzusehen sind. Und nur in so weit, als sie die hellen faserartigen Räume im Zellenparenchym constatiren, scheinen sie mir Bedeutung zu haben.

Sahen also auch *Harless* und *Axmann* nicht die von mir beschriebenen Elementarröhrchen des Zellenparenchyms, so gewahrten sie doch faserartige Theile, ähnlich Strecken des Axencylinders in Continuität innerhalb des Zellenparenchyms, die auch den übrigen Beobachtern entgangen waren. Es möge diese Bemerkung wenigstens darauf hindeuten, dass das Zellenparenchym selbst von unsern besten Forschern wohl noch nicht mit der genügenden Sorgfalt beobachtet worden ist, indem ihnen Bestandtheile desselben entgingen, die selbst bei mittelstarken Vergrösserungen mit aller Evidenz zu beobachten sind. Dass es hiernach begreiflich wird, warum noch zartere und nur bei viel stärkeren Vergrösserungen wahrnehmbare Gebilde der Nervenzelle, wie das die von mir beschriebenen Elementarröhrchen sind, von den Beobachtern nicht erkannt wurden, liegt klar am Tage.

---

[53]) *Axmann*, l. c. p. 30—32.

Ich wende mich jetzt zu *Lieberkühn's* Beobachtungen. Den Zusammenhang der Nervenfaser mit dem Nucleus sah nämlich auch *Lieberkühn* [54]): „Aliquoties contigit, ut fibram nerveam in nucleum intrantem viderem; nucleus apparuit globulus fibrae nerveae adhaerescens, quasi amplificata sive intumescens fibra. Idem *Axmann* in diss. inaug. descripsit et *E. Bruecke* vidit.“ *Lieberkühn* bildet das ab in Fig. 1. 3. 4 u. 5. In Fig. 1 bildet *Lieberkühn* einen mit einer unzweideutigen Nervenfaser zusammenhängenden Fortsatz einer Nervenzelle ab, dessen scharfe Contouren durch die ganze Dicke des Zellenparenchyms hindurch bis zum Nucleus sich erstrecken, und im Centrum jenes Fortsatzes ist eine feinere Faser, gleich dem Axencylinder, sichtbar und ganz scharf gezeichnet, welche den Nucleus durchbohrt und in den Nucleolus eintritt. Die übrigen Figuren enthalten mehrere feine (dem Axencylinder im Sinne *Lieberkühn's* ähnliche) Fortsätze, die in gleicher Weise das Zellenparenchym und den Nucleus durchsetzen und mit dem Nucleolus in Verbindung stehen (Fig. 2. 3. 4. 9.), oder breitere blasse Fortsätze, die durch das Parenchym der Zelle hindurch sich bis zum Nucleus erstrecken (Fig. 3. 5. 8.).

Lieberkühn [55]) hält jene feinen Röhren- oder Faser-Gebilde, die zum Nucleolus gehen, und die er als „filum“ bezeichnet, für die unmittelbaren Fortsetzungen des Axencylinders. „Quidnam est illud filum? Non dissentit ulla re a cylindro axis *Purkinje.*“

Von diesen Beobachtungen, wenn sie sich bestätigten, müsste ich das Nämliche sagen, was ich von den durch *Harless* und *Axmann* veröffentlichten mitgetheilt habe. Indessen ich habe niemals eine Beobachtung gemacht, welche ganz und gar mit der einen oder der andern von *Lieberkühn* mitgetheilten übereinstimmt. Ich habe nur Fragmente derselben zu bestätigen Gelegenheit gehabt. Und es bleibt mir hier wiederum nichts anderes übrig, als die Erklärung zu finden, wie es kommt, dass ein Forscher wie *Lieberkühn,* dem man Sorgfalt, Wahrheitsliebe und Geschicklichkeit in der Untersuchung gewiss nicht von vorn herein absprechen darf, Darstellungen giebt, die von Anderen nicht so wieder gefunden werden können. Die Erklärung scheint mir in Folgendem zu liegen.

Die Abbildungen *Lieberkühn's,* recht sauber ausgeführt, sind im Allgemeinen naturgetreuer als die Abbildungen von *Axmann* und *Harless,* aber ich kann dieselben dennoch nur als Skizzen betrachten, welche nicht als ganz getreue Darstellungen der natürlichen Verhältnisse und der Erscheinungsweise verschiedener betreffender Theile angesehen werden können.

In Fig. 1 ist der Uebergang der Nervenfaser in die Nervenzelle bis zu deren Nucleus dargestellt, und zwar ist die Nervenfaser-Fortsetzung innerhalb des Nucleus-Parenchyms so auffallend scharf durch linienförmige Contouren von dem Zellenparenchym gesondert und viel heller als letzteres dargestellt, dass ich bekennen muss, niemals ein gleiches oder diesem ähnliches Verhalten gesehen zu haben. Ich habe auf feinen Abschnitten aus dem in Chromsäure gehärteten Ganglion Gasseri des Ochsen den Zusammenhang einer Nervenfaser und einer Nervenzelle in der Art gesehen, dass das sogenannte Mark (die dunklen Contouren) einer Nervenfaser bis in das Parenchym einer Zelle eintrat, wie andere Forscher, z. B. *Wagner*, *Bidder* u. s. w. sahen und abbildeten; aber niemals habe ich die Faser in der ganzen Breite, oder nahezu in ihrer ganzen Breite, in der von *Lieberkühn* gezeichneten Weise verlaufen und sich bis zum Nucleus erstrecken gesehen. Stets fand ich, dass die Elementarröhrchen der in die Zelle eintretenden Nervenfaser sich zertheilten, ihren ursprünglichen Aggregatzustand verloren oder vielmehr veränderten, und mit den feinen Elementarröhrchen der Zelle auf das Mannichfaltigste und in einer noch nicht genügend erkannten Weise vereinigten. Auch an Nervenzellen aus den Ganglien des Frosches ist es mir nicht gelungen, ein der *Lieberkühn*'schen Zeichnung ähnliches Präparat darzustellen. Nun lässt sich aber nicht läugnen, dass der Zufall manchen Forschern zu finden versagt, was er den andern gelingen lässt, und es wäre kaum zu rechtfertigen, wollte man annehmen,

---

54) *Lieberkühn,* l. c. p. 12. 55) *Lieberkühn,* l. c. p. 14.

dass *Lieberkühn* ein über oder unter der Zelle liegendes Faserfragment für eine in die Zelle eindringende Faser gehalten, oder, mit *Valentin* zu reden, einen Scheinursprung für einen wirklichen Faserursprung genommen habe. Es liegt blos nahe, zu schliessen, dass *Lieberkühn* die Theile nicht so scharf, wie er sie zeichnet, in der Natur gesehen habe, und zwar aus folgenden Gründen: Ausser der breiten Nervenfaser zeichnet *Lieberkühn* auch noch den Axencylinder derselben als einen von zwei scharfen, dunklen Linien beiderseits begränzten Faden, der sich von dem dunkelrandigen Theile der Nervenfaser ausserhalb der Nervenzelle — oder von einem Punkte der Faser an, noch bevor sie in die Zelle eintritt — bis in den Nucleolus hinein in ungetrennter Continuität verfolgen lässt. Diese Darstellung wiederholt sich in Fig. 2. 3. 4. 9. Auch dieses Verhalten zu verificiren bin ich niemals im Stande gewesen. Ich habe helle Streifen von dem Durchmesser der von *Lieberkühn* als „fila“ oder Axencylinder bezeichneten Theile, durch lange Strecken des Nucleus-Parenchyms und des Zellen-Parenchyms verlaufen sehen, oft an comprimirten Zellen in gerader Linie; auch schienen mir dieselben manchmal mit dem Nucleolus in Verbindung zu sein, doch nicht mit absoluter Sicherheit. Aber niemals konnte ich diese „fila“ bis in einen grossen Nervenzellen-Fortsatz verfolgen, oder gar frei an der Peripherie der Zelle endend gewahren. Ich muss daher auch diese Darstellungen *Lieberkühn's*, die ich doch zum Theil gewissermaassen bestätige, dennoch als nicht ganz naturgetreue bezeichnen. Ich kann nur sagen, dass ich von Allem, was *Lieberkühn* abbildet und gesehen zu haben behauptet, Bruchstücke sah; also Ausläufer des Nucleolus bis in das Zellenparenchym; Ausläufer des Nucleus, Ausläufer des Zellenparenchyms u. s. w. Aber ich habe diese Bruchstücke nicht in der von *Lieberkühn* gezeichneten continuirlichen Verbindung gesehen; ich sah dieselben nie in ununterbrochener Continuität von der Peripherie der Zelle oder gar von einem ausserhalb der Zelle gelegenen Punkte an bis zu dem Nucleolus hin.

So misslich es daher immer ist, die von einem Andern gemachten Beobachtungen zu verdächtigen, so muss ich dennoch — nach den Ergebnissen meiner bisherigen Untersuchungen — die bildlichen Darstellungen *Lieberkühn's* meistentheils als nicht ganz getreue bezeichnen.

Dagegen muss ich andere Darstellungen desselben Autors als mit meinen Erfahrungen übereinstimmend betrachten; z. B. dessen Darstellung eines Nucleolus mit zwei Fortsätzen, in Fig. 4. Während in allen übrigen Figuren der Nucleolus von *Lieberkühn* als scharf begränzte Kreislinie oder Oval gezeichnet ist, sieht man hier den Nucleolus geschwänzt, also nicht mit ununterbrochener kreisförmiger oder ovaler Contour, wie ich das selbst gesehen. Dass *Lieberkühn*, wie die meisten andern Forscher, den Nucleolus als geschlossenen Kreis zeichnet, hängt von der zu geringen Vergrösserung ab, unter denen er seine Zellen untersuchte. Ueberdies muss ich bemerken, dass die von *Lieberkühn* als „fila“ bezeichneten Theile viel grösser (dicker) sind, als die feinen von mir beschriebenen Elementarröhrchen, die von mir durch eine grosse Strecke der Zelle in Continuität verlaufend beobachtet worden sind. Keine Kunst ist im Stande, diese zarten Gebilde vollkommen naturgetreu darzustellen, und *Lieberkühn's* Abbildungen scheinen mir evident viel zu scharf, und daher nur als Skizzen zu betrachten.

Nach allem Vorausgegangenen kann ich daher von *Lieberkühn's* Beobachtungen nur so viel, als mit meinen Beobachtungen übereinstimmend, zulassen, dass in dem Parenchym der Zelle (wie des Nucleus) helle, faserartige oder röhrenartige Räume von wechselnder Breite vorkommen.

Alle die im Vorausgegangenen citirten Mittheilungen von *Harless* u. A. blieben aber ohne Einfluss auf die Ansichten der meisten heutigen Anatomen; und *Kölliker* vor Allen giebt dem Zweifel an denselben den entschiedensten Ausdruck, indem er *Remak's* Ansichten entgegentritt. Er sagt über die von *Remak* angenommene besondere Hülle des Parenchyms der Nervenzellen ausser der Zellmembran — welche *Remak* in der Versammlung der Naturforscher in Wiesbaden vertheidigte, indem er behauptet, dass der Inhalt der Nervenzellen in den Ganglien von Rochen noch eine besondere Hülle'

ausser der Zellmembran, besitze, welche in die Hülle der sogenannten Axenschläuche sich fortsetze, während die eigentliche Zellmembran derselben in die structurlose Nervenscheide übergehe, und während zwischen beiden zuweilen als Fortsetzung der sogenannten Markscheide des Nervenrohrs eine ölige Substanz liege — Folgendes: „Was jene zweite Hülle betrifft, so ist dieselbe eben so zweifelhaft, wie die Hülle des Axencylinders selbst [56].“ Die von *Remak* in Zellen angenommenen fibrillären Theile hält vielmehr *Kölliker* [57]) für „Artefacte durch das Reagens“ (Chromsäure) erzeugt. Nach dem Vorausgegangenen kann ich aber *Kölliker's* Ansicht nicht ganz theilen, obwohl ich auch *Remak's* Darstellung nicht für ganz richtig halte. Ich finde nämlich diese betreffenden Streifen auch an frischen Zellen ohne Reagens. *Kölliker's* Einwendungen sind daher nicht gerechtfertigt. Ich ziehe aus Allem nur den einen Schluss: dass in dem Zellenparenchym Faser- oder Röhrenartige Gebilde vorkommen.

Die grösseren körnigen, einem Nucleolus ähnlichen, Gebilde im Zellenparenchym betreffend, welche ich oben als Querdurchschnittsflächen von Axencylindern innerhalb der Nervenzelle betrachtet habe, sind auch von andern Beobachtern vor mir gesehen und abgebildet worden, z. B. von *Hannover*, l. c. Tab. III. Fig. 45, c., Fig. 46, a. b., Fig. 47; Tab. VI. Fig. 84, a; hauptsächlich aber Tab. VII. Fig. 85, a., Fig. 86, Fig. 89. Man könnte geneigt sein, hier eine Verwechselung mit Kernen der Zellenhülle zu vermuthen; indessen glaube ich, dass bei einiger Uebung solche Verwechselung nicht Statt finden kann. Einstweilen begnüge ich mich, auf diesen Punkt nur hingedeutet zu haben.

Die dunklen Körnchen im Parenchym der Nervenzelle hält *Kölliker* für Fett. Er sagt: „Das Fett, das man in geringer Menge auch in der grauen Substanz gefunden hat, bildet auf jeden Fall die dunklen Körnchen der Zellen, und scheint auch sonst im Inhalte derselben sich zu finden [58]).“ Dieser Ansicht *Kölliker's* kann ich nicht beipflichten, weil man sonst gezwungen wäre, manche Nervenzellen als Fettzellen zu betrachten. Untersucht man z. B. die Pigmentzellen, welche in den Grosshirnschenkeln vorkommen (Subst. nigra Sömmerringii), so findet man das ganze Parenchym dieser Zellen, mit Ausnahme des Nucleus und Nucleolus, braunschwarz gefärbt, durch und durch; und an keiner Stelle des Zellenparenchyms erscheint eine anders gefärbte Substanz. Wäre aber hier wirklich die ganze Zellenparenchym-Substanz nur aus Fett zusammengesetzt, so bliebe ihre dunkle Farbe unerklärlich, um so mehr, als man die sogenannte Markscheide in den Nerven-Primitivfasern, die man aus „Fett“ bestehend annahm, gerade wegen ihrer Durchsichtigkeit, oder wegen ihres Lichtbrechungs-Vermögens, das dem des flüssigen Fettes gleich ist, als „Fett“ ansprach. Inwieweit die Fettkörnchen von Pigmentkörnchen zu unterscheiden sind, und inwiefern überhaupt Unterschiede zwischen Fett- und Pigmentkörnchen im Parenchym der Nervenzelle existiren, — das genauer darzulegen wird in einer andern Abhandlung von mir versucht werden. Einstweilen will ich nur auf die streitigen Fragepunkte hingedeutet haben.

Es bleibt mir übrig, noch über die Doppelcontour des Zellenparenchyms einige Worte hinzuzufügen. Dieselbe ist schon vor mir von *Hannover* beobachtet worden, obwohl nur in einzelnen Fällen und in anderer Form als von mir. *Hannover* bildet (l. c. Tab. VII. Fig. 85, a. Fig. 86. 87, a. Fig. 89.) Zellen ab, deren Parenchym von einer evidenten Doppelcontour äusserlich begränzt wird. *Hannover's* Abbildungen zeigen die beiden concentrischen Contouren als geschlossene ununterbrochene Kreise oder kreisähnliche Linien. Ich fand die Contouren niemals ununterbrochen, und nur die Anwendung der mittelstarken Vergrösserungen lässt die gedachten Umrisse als nicht unterbrochene Kreislinien erscheinen. Hätte *Hannover* eine 700 — 800-fache Vergrösserung angewandt, so würde er die Ausläufer dieser Doppelcontouren nach innen wie nach aussen gesehen haben.

---

56) *Kölliker*, Gewebelehre. 1855. p. 291. 57) *Kölliker*, Gewebel. 1855. ibid. 58) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. p. 291.

Es ist mir nicht bekannt, dass andere Forscher die Doppelcontour gesehen oder abgebildet hätten. Selbst nicht einmal *Bidder*, welcher, wäre seine Ansicht eine richtige, vor allen die Doppelcontour gesehen haben müsste. *Bidder* [59]) leitete nämlich die dunkle Contour der Nervenzelle von einer zwischen Nervenzellenscheide und Nervenzelle tretenden Schicht des flüssigen Inhalts der mit der Zelle verbundenen Primitivfaser ab. Wäre dies wirklich der Fall, so würde die Doppelcontour an der Nervenzelle aus demselben Grunde sichtbar sein müssen, wie an der Nerven-Primitivfaser. *Bidder* aber bringt keine entscheidenden Beweise für seine Ansicht, sondern schliesst jenes nur aus dem Umstande, dass die dunklen Contouren der Nervenfasern von deren Fettgehalt abhängen, und aus seiner ihm eigenthümlichen Anschauung von der Einlagerung der Zellen in eine Erweiterung der Nervenröhre. Die Contouren der Nervenzellen findet man in der That auch verschieden genug von den Contouren der dunkelrandigen Nervenfasern bei schwacher Vergrösserung. Ob *Bidder* auch in neuester Zeit dieser seiner Ansicht anhängt oder nicht, geht aus keiner seiner seither gemachten Mittheilungen bestimmt hervor [60]).

3) Den Nucleus betreffend.

Indem ich die Anzahl [61]), Grösse, Lage [62]) und die Form des Nucleus hier keiner genaueren Besprechung unterziehe, da über diese Punkte kaum erhebliche Differenzen unter den Forschern bestehen, wende ich mich zur Erörterung einiger andern Punkte, welche den Nucleus betreffen, über die nichts weniger als Uebereinstimmung bei den heutigen Anatomen herrschen dürfte.

Was zuerst die Contour des Nucleus betrifft, welche ich stets als eine an vielen Stellen unterbrochene Doppelcontour ansehe, von welcher Fortsätze nach innen gegen den Nucleolus hin oder in das Parenchym des Nucleus eintreten, wie auch nach aussen in das Zellenparenchym sich begeben, so finden wir bei den meisten Forschern nur eine einfache, mehr oder weniger kreisrunde, nicht unterbrochene Linie als Contour des Nucleus angegeben. Es ist dieser Umstand wiederum aus der angewandten zu schwachen Vergrösserung zu erklären, bei welcher die Doppelcontour nicht erscheint oder übersehen wird. Indess ist diese Doppelcontour doch schon von *Valentin* [63]) gesehen und abgebildet worden, obwohl er nichts Genaueres hierüber bemerkt. *Valentin* sagt nur (pag. 697): „Um den Kern erscheint bisweilen ein mehr oder minder vollständiger heller Ring, selten sogar eine eigne umgebende länglich-runde bis spindelförmige Linie." Am häufigsten ist die Doppelcontour aber von *Hannover* gesehen und abgebildet worden, z. B. Taf. II. Fig. 37, in der grössten Zelle, rechts; Fig. 39, in der untersten Zelle, links; Fig. 75; Fig. 78, unterste Zelle links u. s. w.

Die Doppelcontour des Nucleus leitet *Hannover* [64]) von dessen Grösse ab: „par raison de sa grandeur le noyau apparaît souvent pourvu d'un double contour." Dieser Grund ist aber ungenügend, denn man sieht bei schwachen Vergrösserungen nicht an allen grossen Nucleis die Doppelcontour. *Hannover* bildet die Doppelcontour zwar als zwei geschlossene concentrische Kreise ab, und dieser Umstand bedingt einen Widerspruch mit meiner oben aufgestellten Behauptung. Indessen glaube ich auch hier wieder hervorheben zu müssen, dass *Hannover* bei einer relativ zu geringen Vergrösserung

---

[59]) *Bidder*, 1847. l. c. p. 24.

[60]) Die Abbildungen, welche *Gerber* (Allgem. Anat. l. c.) von den Nervenzellen giebt, sind zu schematisch, zu wenig naturgetreu, als dass ich dieselben hier berücksichtigen könnte. Er zeichnet das Parenchym wie aus lauter Reihen concentrischer kleiner Kügelchen oder Kreise bestehend. Auch die von *Mulder* (physiologische Chemie, 1844—1851. l. c. Tab. XX. Fig. 153—157) gegebenen Abbildungen von Ganglienzellen sind durchaus nicht naturgetreu, nur ganz schematisch gehalten. Das Parenchym der Zelle ist von ihm eben so wie von *Gerber* und *Beck* gezeichnet.

[61]) Die Zahl der Nuclei in einer Zelle wechselt vorzugsweise bei Fischen, wie auch *Hannover* (Recherches, p. 32) u. A. angeben. Ich fand bei Petromyzon häufig in den grossen Zellen doppelte Nuclei.

[62]) Die excentrische Lage des Kerns ist wohl die Regel, und wird von den meisten Forschern angenommen; andere, z. B. *Bidder*, welcher behauptet, dass der Kern gewöhnlich in der Zelle central liege (1847. l. c. p. 16), widersprechen dieser Anschauung ohne genügende Gründe.

[63]) *Valentin*, in *R. Wagner's* Handwörterb. 1842. l. c. Fig. 38 und 45, a.

[64]) *Hannover*, recherches, p. 24. 25.

arbeitete, um die Discontinuität der Umrisse, wie die aus der Doppelcontour abgehenden Fortsätze zu gewahren. Ausserdem berufe ich mich auf die Erfahrung, welche ein jeder Forscher in diesem Gebiete nur zu oft an sich gemacht haben dürfte, dass er nämlich kleine Lücken in einer anscheinend kreisrunden Contour übersieht, und bei der Zeichnung ergänzt oder nicht angiebt, oder, wenn er sie gewahrt, solche für unwesentlich, für zufällig hält und — als eine Irregularität — sie in der Zeichnung nicht wiedergiebt. Auf diese Weise mag es wohl gekommen sein, dass wir in den Abbildungen der meisten Forscher die Contour des Zellenkerns als eine kreisrunde oder ovale ununterbrochene scharfe Linie gewahren. Diesen, im Ganzen zu rohen, oder nur als Skizzen zu betrachtenden Zeichnungen gegenüber muss ich rühmend erwähnen mancher Darstellungen, z. B. von *Remak* [65]), von *R. Wagner* [66]), in welchen man die Contour des Zellenkerns fast verwaschen, oder durch eine unterbrochene Reihe von Punkten dargestellt findet, wie dieses bei 3—400-facher Vergrösserung in der That sich beobachten lässt. Gegen die Identificirung der von *Hannover* und *Valentin* abgebildeten Doppelcontour mit der von mir so bezeichneten Umgränzung des Nucleus könnte man mit Recht einwenden, dass das, was jenen Forschern bei schwacher Vergrösserung als Doppelcontour erschien, viel breiter war, als die von mir bezeichnete, also nicht aus Elementarröhrchen bestehen konnte. Ich räume dies zum Theil ein, wenn man voraussetzen darf, dass die Zeichnungen der Autoren photographisch genau waren. Ich habe oft selbst auch bei schwachen Vergrösserungen solche anscheinende Doppelcontouren gesehen, welche sich bei Anwendung noch stärkerer Vergrösserungen als eine dreifache oder mehrfache Reihe von fast concentrisch laufenden Fragmenten von Elementarröhrchen an dem Rande des Nucleus-Parenchyms zeigten, also eine drei- oder mehrfache Doppelcontour (unterbrochene) bildeten. Ich habe dieses Verhältniss besonders häufig an den frischen Nervenzellen des lobus electricus cerebri bei Torpedo gesehen. Es mögen die gegebenen Mittheilungen genügen, vorläufig auf diese Verhältnisse hingedeutet zu haben.

Das Unterbrochensein der Contour des Nucleus ist übrigens zuerst von *Valentin* abgebildet worden [67]); in einer Ganglienkugel mit schwanzförmigem Anhang sehen wir hier einen ovalen Nucleus, dessen Contour nach dem Fortsatz der Zelle hin eine auffallende Unterbrechung zeigt oder in zwei fast parallel laufenden Linien endet; der Kernumriss bildete gleichsam nur eine Anse oder offene Schlinge. Das Unterbrochensein der Contour des Nucleus ist ausserdem von *Harless* und *Axmann* beobachtet worden. *Harless* bildet [68]) Kerne von Nervenzellen von Torpedo ab, deren Contouren nicht geschlossen sind, von welchen vielmehr schwanzförmige Verlängerungen gegen die Peripherie der Zelle ausgehen. Indem ich vorerst von der Behauptung, die *Harless* über den weiteren Verlauf dieser Fortsätze des Nucleus [69]) aufstellt, absehe, indem ich weiter unten davon reden werde, glaube ich jedenfalls die eine Thatsache als eine richtig beobachtete bezeichnen zu dürfen, die Thatsache nämlich, dass die Contour des Kerns nicht eine geschlossene Kreislinie bildete. Selbst wenn *R. Wagner's* oben mitgetheilte Gründe gegen die Richtigkeit der *Harless*'schen Beobachtungen angenommen würden, so könnte die Ueberlagerung oder Unterlagerung eines Nervenfaser-Fragments doch nicht die Continuität der Nucleus-Contour verdeckt oder unsichtbar gemacht haben. In die gleiche Categorie scheinen mir *Axmann's* Abbildungen und Angaben (pag. 31—33, Fig. 6, c. Fig. 7. Fig. 8, 9 und 10) zu gehören, und die gleichfalls oben ausführlich besprochenen von *Lieberkühn* mitgetheilten Thatsachen.

Die von der Peripherie des Nucleus ausgehenden Fortsätze betreffend, so sind nur wenige Thatsachen aus den Arbeiten meiner Vorgänger anzuführen, welche mit meinen Angaben

---

[65]) *Remak*, observ. anatom. [66]) *R. Wagner*, Icones phys. Tab. XIV. Fig. I., II., III., IV., V., IX., X. u. s. w. Desgl. in seinen „Neurol. Untersuch." 1854. Tab. II. Fig. 1. In andern Bildern zeichnet derselbe freilich auch noch eine scharfe Kreislinie oder ein Oval als Kern-Contour, wie die meisten andern Forscher, z. B. *Henle*, welcher die Contour des Nucleus der Nervenzellen als einen Kreis (allg. Anat. 653) beschreibt. Eben so *Kölliker* u A.

[67]) *Valentin*, Nova Acta, Fig. 54, p. 234. [68]) *Harless*, l. c. Fig. 3, 6, 7 und 8. [69]) *Harless*, l. c. p. 290.

in Einklang stehen. Was zuerst die in centrifugaler Richtung vom Nucleus ausgehenden Fortsätze betrifft, so muss *Valentin's* oben bereits erwähnte Beobachtung citirt werden, in welcher die Umrisse des Kerns gleich einer offenen Schlinge erschienen. Ich glaube, dass hier die gleichsam schwanzförmig endende rechte Seite des Nucleus als der Anfang eines Fortsatzes des Kerns angesehen werden muss, eines Fortsatzes, den *Valentin* theils wegen zu schwacher Vergrösserung, theils wegen zu grosser Durchsichtigkeit des Objects nicht genauer beobachten konnte. Hiernach kommt auch die von *Remak* gemachte Beobachtung zweier feiner, vom Rande des Nucleus ausgehender und in verschiedener Richtung gegen die Zellenperipherie hin sich erstreckender Fortsätze des Nucleus in Form zweier feiner dunkler Linien, wie er solches in seiner Dissertation [70]) abgebildet hat. *Remak* spricht zwar über diese Erscheinung nicht genauer, er nennt diese Zelle blos „globulus nuclei forma insignis", und lässt sich nicht weiter auf die Deutung dieser beiden dunkleren Linien ein. Das thut aber nichts zur Sache. Ich muss nach meinen Untersuchungen diese Zelle als eine solche betrachten, in welcher zwei vom Nucleus ausgehende Fortsätze eine gute Strecke weit in das Zellenparenchym eindringen. Es ist noch ein andres Fragment eines, an Farbe und Breite den eben genannten Fortsätzen ähnlichen, Faser- oder Röhren-artigen Gebildes nahe der Peripherie in dem Parenchym der nämlichen Zelle von *Remak* gezeichnet worden. Ich glaube, dass auch diese Stelle als ein Fragment einer Röhre im Zellenparenchym zu deuten ist; jedoch will ich hierbei nicht länger verweilen.

Dass *Hannover* niemals einen vom Nucleus in das Zellenparenchym eindringenden Fortsatz gewahrte, ist um so mehr zu verwundern, als er doch eine Verbindung zwischen Kern und Zellenhülle annimmt. Er sagt l. c. p. 8: „le noyau cellulaire adhérant à la face interne de la membrane cellulaire, est bordé d'un cercle obscur bien marqué" . . . u. s. w. Da er zwischen Zellenkern und Zellenhülle eine Flüssigkeit annimmt, so muss selbstverständlich ein Fortsatz (oder mehrere) vom Kern durch das Fluidum hindurch bis zur Zellenhülle gehen, um den Kern mehr oder minder locker zu befestigen, oder das zu bewirken, was *Hannover* „adhérant" nennt. Auch hier, glaube ich, ist wiederum die relativ zu geringe Vergrösserung, welche *Hannover* anwandte, Schuld daran, dass er die Fortsätze des Nucleus nicht gewahrte.

Es bleibt nur noch übrig, die bereits oben erwähnten Beobachtungen von *Harless* [71]), *Lieberkühn* [72]) und von *Axmann* [73]) anzuführen, welche die vom Nucleus ausgehenden Fortsätze durch das ganze Zellenparenchym hindurch bis in eine Primitiv-Nervenfaser übergehend in ungetrennter Continuität beobachtet zu haben angeben. Obwohl ich diese Angaben durch eigne Beobachtungen zu bestätigen ausser Stande bin, indem ich dergleichen mit Evidenz niemals gesehen habe, so habe ich doch Fortsätze vom Nucleus aus durch grössere oder kleinere Strecken des Zellenparenchyms verlaufen sehen; — und da ich also Fragmente der Beobachtungen von *Harless, Lieberkühn* und *Axmann* zu bestätigen im Stande bin, so glaube ich auch annehmen zu dürfen, dass jene Beobachter in der That solche Fortsätze vom Nucleus aus in das Zellenparenchym einstrahlend vor Augen gehabt haben. Die unmittelbare Verbindung dieser Fortsätze mit den von den Nervenzellen ausgehenden Primitiv-Nervenfasern (resp. den Polen der Zellen) ist, wie mir scheint, von diesen Beobachtern in gleicher Weise gesehen worden, wie die ununterbrochene Continuität der die Contour des Nucleus bildenden Kreislinie von anderen Beobachtern gesehen wurde, d. h. die Anwendung zu geringer Vergrösserungen liess manches in ungetrennter Continuität erscheinen, was in der That nur in Contiguität stand, und der unmittelbare Schluss aus dieser Beobachtung ergänzte, was die Natur unvollkommen darzuthun schien. Obwohl ich einsehe, dass dieser Ausspruch, den Beobachtern gegenüber, einer Entschuldigung bedarf, so ist wiederum nicht

---

[70]) *Remak*, Observat. anatom. 1838. Tab. I. Fig. 14, B.

[71]) *Harless*, l. c. p. 290. Fig. 3. 6. 7. 8. [72]) *Lieberkühn*, l. c. p. 12. Fig. 1. 3. 4. 5. [73]) *Axmann*, l. c. p. 31. 32. §. 10. Fig. 4, c.

zu übersehen, dass die Methode der Untersuchung als Ursache zu bezeichnen ist, weshalb verschiedene Beobachter an gleichen Theilen zu so verschiedenen Resultaten gelangen konnten. *Lieberkühn* stellte seine Untersuchungen nur an ganz durchsichtigen Zellen an: „cellulas clarissimas ac paene pellucidas (p. 13) ad observandum eligas; si tales non adhibes, fieri non potest, ut res modo descriptas cognoscas.“ Aus diesem Grunde erklärt es sich vielleicht, dass ich auf feinen Abschnitten, in denen ich doch meist mutilirte Zellen hatte, niemals den ganzen Verlauf der feinen Röhren oder Fasern („fila“ von *Lieberkühn* genannt) von der Peripherie der Zelle bis zum Nucleolus gewahrte. Ich bin aber auch an enucleirten ganzen Zellen nicht glücklicher gewesen [74]).

Die in centripetaler Richtung vom Nucleus-Rande (gegen den Nucleolus hin) in Form von Röhren oder Fasern ausgehenden Fortsätze sind von keinem meiner Vorgänger beobachtet worden, ausser von *Harless* (bei Torpedo) und von *Lieberkühn* (bei Fröschen). *Harless* zeichnet [75]) Nervenzellen, in welchen vom Rande des Nucleus ein Faser- oder Röhren-artiges Gebilde (zwei, in Fig. 4, 9) bis zum Nucleolus in gerader Linie und ungetrennter Continuität, beiderseits durch eine scharfe Contour in Form einer geraden Linie begränzt, sich erstreckt. Es ist bereits oben erwähnt worden, dass *Harless* diese Theile als die unmittelbare Fortsetzung der in eine Nervenzelle eindringenden Primitiv-Nervenfaser betrachtet und diesen Zusammenhang selbst bildlich dargestellt hat. Ich habe auch oben schon erwähnt, dass meine Beobachtungen im Allgemeinen durchaus nicht hiermit übereinstimmen; dass ich aber Fragmente der von *Harless* gemachten Beobachtungen an Torpedo zu bestätigen im Stande bin. Indem ich auf das oben Gesagte hinweise, glaube ich daher, dass die von *Harless* mitgetheilten Abbildungen als Skizzen anzusehen sind, welche einen oder mehrere Ausläufer vom Rande des Nucleus gegen den Nucleolus hin andeuten, und dass in so weit die von *Harless* gemachten Beobachtungen ihren Werth behaupten und ihre Deutung verlangen. Die Beobachtungen *Lieberkühn's* beziehen sich auf den Zusammenhang der Nervenfaser mit dem Nucleolus. *Lieberkühn* sagt p. 12: „In aliis cellulis fibram in nucleum finientem vidi et filum, fibra inclusum, pergens ad nucleolum. Foco microscopii sursum et deorsum moto facile discerni potest, num filum illud vere in nucleolum intret neque solum intrare videatur. Filum inclusum et longe extra cellulam pergentis vidimus. Non fit, ut in unoquoque ganglio, quod enarravimus, inveniamus; saepe multa individua perscrutatus ne semel quidem reperi, aliquoties confestim.“ *Lieberkühn* sah (p. 12. 13) folgende Formen: 1) Ein einfacher Fortsatz tritt in den Nucleolus. 2) Derselbe durchsetzt den Nucleolus, „qui apparet quasi filum, quod in medio intumuit.“ 3) Es sind zwei Nucleoli in der Zelle, und durch beide gehen die Fasern; „per quos ambos (nucleol.) fila penetrant.“ 4) Von einer Seite der Zelle tritt ein Faden in den Nucleolus, von der entgegengesetzten eine anscheinend ganze Primitiv-Nervenfaser in den Nucleus. 5) Von einer Seite der Zelle tritt ein Faden in den Nucleolus, von der anderen Seite eine Primitivfaser in die Zelle, und der in die Faser eingeschlossene Faden erstreckt sich bis zu dem Nucleolus. *Lieberkühn* bildet diese Formen auch ab (Fig. 1. 2. 3. 4. 9.). Es ist mir aber niemals gelungen, den Zusammenhang der feinen Fortsätze des Nucleolus mit Nervenfasern zu sehen in der Weise, wie *Lieberkühn* es beschreibt und abbildet; aber ich sah Theile, Fragmente der vom Nucleolus ausgehenden Fortsätze innerhalb des Nucleus-Parenchyms, in ähnlicher Weise, wie *Lieberkühn* es angiebt. Ich muss daher ein Gleiches von *Lieberkühn's* Beobachtungen sagen, wie von denen durch *Harless* mitgetheilten.

---

[74]) In den von *Mulder* (l. c. Fig. 194. 196) gegebenen, obwohl mehr schematischen Abbildungen von Nervenzellen finden sich zwei Zellen mit angeblich über- oder unterliegenden Fasern, in denen aber ein Umstand höchst auffallend ist, dass nämlich (in Fig. 194, oberste Zelle links und in Fig. 196) die Nervenfaser am Rande des Nucleus unmittelbar scharf abgeschnitten aufhört, dem Nucleus-Rande aber unmittelbar und scharf anliegend. Sollte das zufällig sein? Ist die Zeichnung richtig, so sah *Mulder* hier vielleicht ein Eindringen einer Nervenfaser in eine Zelle bis zum Nucleus-Rande, ähnlich wie *Lieberkühn*, *Axmann*, *Harless*. Indess sind die *Mulder*'schen Abbildungen zu wenig treu, um ein grosses Gewicht auf sie zu legen. [75]) *Harless*, l. c. Fig. 1. 3. 4. 5. 8. 9.

Das Parenchym des Nucleus betreffend, so herrschen hierüber wohl keine oder kaum verschiedene Meinungen unter den Forschern. *Valentin* hält dasselbe für eine Flüssigkeit. Er sagt [76]): „Mehr oder weniger in der Mitte des Parenchyms einer solchen Kugel sieht man einen runden, hellen Kern, der sich in der Tiefe der Parenchym-Masse eingesenkt befindet, ... durchsichtig ist, und aus einer umschliessenden Membran und einer eingeschlossenen hellen Flüssigkeit besteht." *Henle* äussert sich zwar nicht genauer über das Parenchym des Nucleus; doch hält er es für flüssig, indem er den Nucleus als ein „wasserhelles Bläschen" betrachtet [77]). Eben so sagt *Hannover* [78]) vom Parenchym des Zellenkerns: „le noyau n'est même qu'une vésicule remplie d'un fluide," obgleich er p. 8 bemerkt: „sa substance est d'un granuleux moins fin que celle de la membrane cellulaire." Nicht minder betrachtet *Kölliker* den Zellenkern als ein Bläschen mit flüssigem Inhalte. Er sagt [79]): „Mitten in diesem Inhalte (der Zelle) liegt der Zellenkern als ein meist sehr klar hervortretendes, kugelrundes Bläschen mit deutlicher Wand, ganz hellem, flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren dunklen, grossen, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen."

Dieser Ansicht stimmen wohl die meisten, wenn nicht alle andern Forscher bei, ohne es gerade bestimmt auszusprechen. Nur *Lieberkühn* macht eine Ausnahme. Er sagt nämlich [80]) vom Parenchym des Nucleus, dass es dem Zellenparenchym gleich zu sein scheine: „Materies qua nucleus constat modo granosa modo homogena est, materiam cellulae aequare videtur."

Auch *Harless* würde, wollte er die Consequenz seiner Behauptungen nicht aufgeben, jener Meinung nicht ganz beipflichten können, weil er im Zellenkern-Parenchym faserige Gebilde annimmt, die doch, die ganze Dicke des Nucleus durchsetzend, sich bis zum Nucleolus erstrecken.

Fragt man nach dem Beweise jener Ansicht von dem flüssigen Zustande des Zellenkern-Parenchyms, so wird man wiederum die Durchsichtigkeit dieses Gebildes als den Hauptgrund, wenn nicht als den einzigen Grund, für diese Behauptung aufgestellt finden. Ich habe aber bereits oben genügende Gründe angeführt für den Satz, dass die Durchsichtigkeit eines Gebildes noch keinen Beweis für dessen Aggregatzustand abgiebt. Ueberdies hat man übersehen, dass in sehr vielen Zellen der Inhalt des Kerns nicht durchsichtig ist, sondern dunkler als das Zellenparenchym, und man braucht nur einen flüchtigen Blick auf die Abbildungen der verschiedenen Beobachter zu werfen, um hiervon Beweise zu finden. So z. B. findet man bei *Hannover* [81]) Tab. I. Fig. 6, d. Fig. 14, b. Fig. 45, Fig. 76, Fig. 84, Fig. 87, Zellen, in welchen der Kern dunkler ist, als das Zellenparenchym. Dass der Nucleus ein Bläschen sei, schliesst ausserdem *Hannover* [82]) aus der bei einer gewissen Focaldistanz sichtbaren Doppelcontour, und weil der Inhalt sich zusammenzieht und einen leeren Raum zwischen sich und der Nucleus-Membran bildet. *Hannover* giebt davon Fig. 85, a, eine Abbildung; beweist aber hierdurch nur, dass das Parenchym des Nucleus eine festere Substanz und nicht eine Flüssigkeit ist, obwohl er das dunkle Parenchym nur als geronnenes Fluidum ansieht. Begreiflicher Weise kann sich der Theil, welchen *Hannover* als Membran des Nucleus ansieht, nicht eng um den sich zusammenziehenden Inhalt (Nucleus-Parenchym) anschliessen, weil dessen Verbindungen mit dem Zellenparenchym ihn daran hindern; gerade so, wie man im gehärteten Rückenmark oft genug den leeren Raum zwischen Zellenhülle und Zellenparenchym sieht, weil die Zellenhülle von ihrer Umgebung sich nicht so leicht lostrennt als von dem Zellenparenchym. Ich kann daher nicht anders, als die Annahme meiner Vorgänger, dass der Inhalt des Nucleus aus einer Flüssigkeit bestehe, als unbewiesen zu bezeichnen, und muss nach meinen Beobachtungen vielmehr behaupten, dass das Nucleus-Parenchym ein aus feinen Röhrchen mit flüssigem

---

[76]) *Valentin*, Nova acta A. N. C. 1836. p. 139. [77]) *Henle*, Allgem. Anat. p. 653. [78]) *Hannover*, l. c. p. 8. 9. u. a. O.
[79]) *Kölliker*, Gewebelehre. 2. Aufl. p. 290. [80]) *Lieberkühn*, de structura gangliorum penitiori. Berlin 1849. 4. p. 5. 6.
[81]) *Hannover*, recherches microscopiques etc. 1844. [82]) *Hannover*, recherches, p. 69 u. a. a. O.

Inhalte zusammengesetztes sei, welches zu erkennen meine Vorgänger aus verschiedenen Ursachen verhindert waren: 1) weil sie nämlich eine relativ zu geringe Vergrösserung anwandten, und 2) weil sie nur oder hauptsächlich nur nach frischen Zellen urtheilten, an denen das Gewebe des Nucleus viel weniger leicht zu erkennen ist, als an Chromsäure-Präparaten; endlich 3) weil sie nur ganze Zellen, die mehr oder weniger durch Zerzupfen des Präparats isolirt waren, untersuchten', nicht aber solche, die in feinen Abschnitten enthalten und, in den verschiedensten Richtungen von dem Schnitte getroffen, auch die verschiedensten Fragmente ihrer einzelnen Theile, insbesondere des Nucleus, darboten, an welchem, bei Anwendung höchster Vergrösserung, die feinste Structur besser zu eruiren ist, als das an einer ganzen Zelle geschehen kann. Dass fast alle früheren Beobachter mehrfache Nucleoli in einem Nucleus statuiren (so z. B. *Hannover*, l. c. Tab. VI. Fig. 75. 84. u. v. A.), könnte von mir als ein Beweis angesehen werden, dass auch bereits meine Vorgänger in solchen Fällen einzelne festere Theile ausser dem Nucleolus im Nucleus-Parenchym gesehen haben; dass sich also hierdurch deren Ansicht von dem flüssigen Inhalte des Nucleus widerlege. Nicht minder könnte sich schon a priori jene Ansicht als unstatthaft bezeichnen lassen, weil man doch in jedem Falle irgend eine Verbindung des Nucleolus mit dem Nucleus annehmen muss, und nicht glauben kann, dass der Nucleolus ganz frei in der Flüssigkeit des Nucleus herumschwimme. Eine solche Ansicht hätte eben so wenig Sinn, als die, dass der Nucleus im Zellenparenchym frei herumschwimme, oder dass eine Zelle in irgend einem Gewebe ohne Verbindung mit diesem sei, der Wissenschaft genügen kann.

4) Den Nucleolus betreffend.

Ich betrachte hier die verschiedenen Ansichten über den Nucleolus in Bezug auf dessen Anzahl, Lage, Form, Contour und deren Fortsätze, und das Parenchym desselben.

a. Anzahl. Die von *Hannover* gegebenen Abbildungen und Mittheilungen sind oben schon kurz berührt worden. Mehrere Nucleoli in einer einzigen Zelle fand *Hannover* sehr häufig [83]). Schon *Valentin* fand [84]) im Bauchstrang des Blutegels Nervenzellen mit mehreren Nucleolis. Er fand: „ein röthliches grösseres und bisweilen mehrere kleinere Körperchen." Mehrfache Nucleoli sah ferner *Valentin* 1839 [85]). In dem Artikel „Gewebe" etc. in *R. Wagner's* Handwörterbuch, l. c. p. 697, sagt *Valentin* ebenfalls, dass „der Kern meist ein einfaches, selten ein mehrfaches, durch seine Consistenz und seine Saturation mehr auffallendes, bald einfaches, bald körniges, oder auch mit einem mittleren Eindrucke versehenes Kernkörperchen enthalte." Auch bei Torpedo fand *Valentin* mehrfache Nucleoli in einem Nucleus [86]) und bildet dieselben (Fig. 27 u. 28) sehr naturgetreu ab. Zwei Nucleoli in einem Nucleus sah auch *R. Wagner*, und bildet sie ab [87]). *Remak*, l. c. Tab. I. Fig. 9, B. Fig. 10, Fig. 12, stellt ebenfalls solche Nucleoli in mehrfacher Zahl in einem einzigen Nucleus dar. Zwei Nucleoli in einem Nucleus, von deren jedem eine Faser ausging, die sich im Parenchym der Zelle zu einer dickeren Faser vereinigten, sah auch *Harless* [88]) und bildet solche in Fig. 9 ab. Mehrere Nucleoli in einem einzigen Nervenzellen-Kern fand *Remak* in den Kernen der Zellen des Filum terminale. Er fand daselbst bis auf drei und mehr Nucleoli [89]). Auch *Kölliker*, Mikr. Anat. p. 427.

Ich führe absichtlich nicht noch eine grössere Zahl von Beobachtern an. Ich bemerke blos, dass auch meine Beobachtungen mit denen der genannten Forscher übereinstimmen, so fern es sich von den Ergebnissen einer mittelstarken (300—400-maligen) Vergrösserung handelt. Jedoch sieht man

---

83) *Hannover*, recherches microscopiques, p. 20. 84) *Valentin*, Nov. Acta A. N. C. p. 210. 1836.

85) *Valentin*, über Scheiden der Ganglienkugeln und deren Fortsätze, in *Müller's* Archiv, 1839. p. 142. Tab VI. Fig. 1, a.

86) *Valentin*, Beiträge zur Anatomie des Zitteraals, in: Neue Denkschriften d. allgem. schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Nat. Wiss. 1841. 4.

87) *R. Wagner*, Neue Untersuchungen etc. 1847. Fig. VII. Nervenzelle vom Zitterrochen; Icones physiolog. Tab. XIV. Fig. 8, a.

88) *Harless*, l. c. p. 287. 288. 289. 89) *Remak*, Observ. anat. p. 17.

schon bei dieser relativ schwachen Vergrösserung, dass häufig die mehrfachen Nucleoli eines einzigen Kerns an Grösse verschieden sind, wie schon *Valentin's* gute Abbildung von Torpedo zeigt. Bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen wird man aber unzweideutig finden, dass die vermeintlichen doppelten Nucleoli nicht vollkommen einander gleich sind. Einer derselben wird immer grösser oder schärfer erscheinen, der andere oder die andern kleiner, oder blasser und weniger scharf hervortretend. *Valentin's* obige Bemerkung drückt dieses bereits aus. Die blasseren und kleineren, undeutlicher erscheinenden Nucleoli, die neben dem entschieden scharf als solchen sich documentirenden Nucleolus auftreten, sind daher nicht als Nucleoli anzusehen, sondern als die Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Axencylindern, resp. deren Fortsätzen und ihrer Umbeugungswinkel innerhalb der Nervenzelle zu deuten, wie ich oben auseinandergesetzt habe.

b. Die Lage. *Valentin* behauptete [90]), dass der Nucleolus an der Oberfläche des Nervenzellen-Parenchyms liege. Er sagt: „In der Mitte des runden hellen Kerns sieht man ein rundes Körperchen. Beide liegen nicht in einer Ebene, sondern das Kernkörperchen, scheinbar im Kern befindlich, befindet sich ganz an der Oberfläche des Ganglienkugel-Parenchyms ... ja es bildet (fügt *Valentin* p. 165 noch hinzu), wie man bei der Seitenansicht wahrnimmt, eine Art von sehr kleiner Hervorragung oder hügeliger Erhebung.“ *Valentin* vergleicht die Ganglienkugel mit dem Ei. Die Hülle der Ganglienkugel = Dotterhaut; das Parenchym = Dotter; den Nucleus = Keimbläschen; den Nucleolus = Keimfleck (auch p. 196. 197). In seiner Hirn- und Nervenlehre, 1841, pag. 8, sagt *Valentin*, dass in dem Nucleus „ein fester, oft excentrischer und an die Wand des Kerns gehefteter Kernkörper oder Nucleolus enthalten sei.“ Diese Angaben *Valentin's* mögen einstweilen als Beweis für dessen Ansicht gelten, dass der Nucleolus niemals im Centro des Nucleus liege. Ueber diesen letzteren Punkt dürfte kaum ein Zweifel bestehen; man findet den Nucleolus wohl niemals absolut im Centrum des Nucleus, häufig sehr nahe oder dicht am Rande (der Contour) des Nucleus-Parenchyms, so dass man sagen muss, er liege stets mehr oder weniger excentrisch im Nucleus. Unsere besten Forscher gaben von diesem Verhalten Abbildungen. Die excentrische Lage des Nucleolus im Kerne der Nervenzellen bildet auch schon *Joh. Müller* in den Nervenzellen der Medulla oblongata von Petromyzon marinus ab [91]). Bei *Hannover* [92]) findet man (auf Tab. VI. Fig. 75. 77. 78. 81, auf Tab. III. in Fig. 45. 46, auf Tab. II. in Fig. 35. 36. 38. 39, auf Tab. I. in Fig. 6. u. s. w.) die klarsten Beispiele davon, und *Hannover* bemerkt ausdrücklich, dass der Nucleolus nicht immer im Centro des Nucleus liegt [93]). Bei *R. Wagner* [94]) zeigt die Nervenzelle auffallend die excentrische Lage des Nucleolus; eben so in dessen Icones physiologicae Tab. XIV. Fig. VI—VIII; desgleichen sieht man bei *Remak* [95]), Tab. I. Fig. 9, 10, Tab. II. Fig. 16, die excentrische Lage des Nucleolus deutlich angegeben.

Die Lage des Nucleolus im Innern des Nucleus, oder im Innern seines Parenchyms bezeichnete aber auch schon *Henle* [96]). Er sagt: „Bei allem Wälzen der Ganglienkugel bleibt das kleine glänzende Körperchen im Centrum des helleren Kreises, und erhalten sich beide vollkommen rund.“ Das Kernkörperchen (Nucleolus) der Nervenzellen wird auch von *Kölliker* als im Zellenkern enthalten angesehen; da *Kölliker* den Inhalt des Zellenkerns als flüssig bezeichnet, so müsste der Nucleolus gleichsam darin schwimmend befindlich sein. *Kölliker* sagt nichts darüber; aber *Valentin's* Ansicht, dass der Nucleolus ganz an der Oberfläche der Nervenzelle befindlich sei, stimmt hiermit um so weniger überein, als *Kölliker* den Zellenkern in der Mitte des Zellenparenchyms ge-

---

[90]) *Valentin*, Nova Acta A. N. C. 1836. p. 139.

[91]) *Joh. Müller*, in: Abh. d. königl. Akad. d. Wiss. in Berlin, 1837; Berlin 1839. Gehörorgane der Cyclostomen etc. Tab. III. Fig. 1. Vergleichende Neurologie der Myxinoiden, ibid. 1838. p. 205. 206.

[92]) *Hannover*, recherches microscopiques etc. [93]) *Hannover*, recherches microscop. p. 32.

[94]) *R. Wagner*, neue Untersuchungen etc. 1847. Fol. Fig. V, g.

[95]) *Remak*, Observ. anat. [96]) *Henle*, Allg. Anat. p. 653.

lagert sein lässt. *Kölliker* spricht sich über den Nucleolus überhaupt nicht genau oder specieller aus; er sagt: „Mitten in diesem Inhalte (der Nervenzelle) liegt der Zellenkern, als ein Bläschen .... mit ganz hellem flüssigem Inhalte und e i n e m o d e r s e l t e n e r m e h r e r e n d u n k l e n, g r o s s e n, h i e u n d d a m i t e i n e r H ö h l u n g v e r s e h e n e n Kernkörperchen [97]." Diese wenigen Angaben mögen genügen zum Beweise, dass der Nucleolus im Innern des Nucleus eingelagert liegt. Denn dass der Nucleolus ganz ausserhalb des Nucleus liege, wie diess *Valentin* behauptet, ist meines Wissens von keinem späteren Forscher angenommen worden. *Valentin* ist wahrscheinlich durch Präparate von der Art, wie *Hannover*, l. c. Tab. VII. Fig. 85, d., abbildet, wo eine helle Hervorragung, ähnlich einem Nucleolus, an der Zellenkern- oder an der Zellenparenchyms-Peripherie sich zeigt, zu seiner Annahme bewogen worden. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen zwingen mich zu der Annahme, dass der Nucleus stets in dem Parenchym des Nucleus, obwohl an den verschiedensten Stellen desselben, eingebettet ist.

c. F o r m. *Valentin* beschreibt [98]) den Nucleolus als ein „rundes Körperchen," und bildet solches auch kreisrund an verschiedenen Stellen ab, z. B. in Fig. 45*, Fig. 49, Fig. 51, links, Fig. 54. Dagegen bildet *Valentin* ein ganz entschieden ovales Kernkörperchen in Fig. 51, rechts, in beiden Ganglienkugeln ab.

Einen Nucleolus von spindelförmiger oder elliptischer Form, und anscheinend aus lauter feinen durchsichtigen Kügelchen zusammengesetzt (wie das Zellenparenchym), zeichnete *Valentin* 1839 in *Müller's* Archiv, Tab. VI. Fig. 1, e. (p. 142) aus einem Ganglion thoracicum eines Hundes. *Rud. Wagner* bildet den Nucleolus bald kreisrund, bald oval ab, z. B. in seinen „Neurologischen Untersuchungen", 1854, Fig. 1. Taf. 1. In seinen „Neuen Untersuchungen", 1847, überall als einen Kreis; in den „Icones physiologicae" bald kreisrund (Tab. XIII. Fig. 14—16; Tab. XIV. Fig. VI. VII. VIII.) bald oval (Tab. XIV. Fig. I. IX. u. s. w.).

Remak bildet den Nucleolus gleichfalls bald rund, bald oval ab. Eben so *Hannover* bald rund, bald oval, bald unregelmässig geformt, und spricht solches [99]) auch ganz bestimmt aus. *Kölliker* [100]) beschreibt die Kernchen oder Kernkörperchen als „r u n d e, s c h a r f b e g r ä n z t e, meist d u n k l e, Fettkörnern und Elementarbläschen ähnliche Körper, die in den Ganglienkugeln 0,003— 0,01''' messen, manchmal fast unmessbar klein sind. Wahrscheinlich (fährt *Kölliker* fort) sind dieselben B l ä s c h e n, weil in (Eiern und) Ganglienkugeln eine mit heller Flüssigkeit gefüllte grössere oder kleinere Höhlung in denselben (Nucleolis) sich entwickelt."

Alle diese Thatsachen mögen vorläufig als Anhaltspunkte meiner oben aufgestellten Behauptung dienen, dass der Nucleolus niemals eine kreisrunde Contour zeigt, wenn man 700—900fache Vergrösserung anwendet. Dieselbe erscheint kreisrund nur bei den schwächeren Vergrösserungen, welche von meinen Vorgängern durchschnittlich angewendet worden sind.

d. C o n t o u r. Alle bisherigen Forscher stimmen in der Meinung überein, dass der Nucleolus durch eine einfache, mehr oder minder scharfe Contour begränzt werde. Die Contour des Nucleolus bezeichnet *Henle* [1]) als „genau kreisrunde Linie". Er zeichnet aber solche (in Fig. 7. C, c) als gezähnelte, unregelmässige kreisähnliche Linie. Dass der Nucleolus „undurchsichtig" sei, giebt *Bidder* [2]) an. Er zeichnet solchen aber als einen h e l l e n Raum mit schwarzer kreisförmiger Contour. Mit dieser Ansicht steht meine obige Darlegung der Beschaffenheit des Nucleolus, speciell in Bezug auf das Unterbrochensein der Contour, und die von ihr ausgehenden centripetalen und centrifugalen Fortsätze, in Widerspruch. Selbst *Harless* zeichnet den Nucleolus als einen vollständigen Kreis, sogar in den

---

[97]) *Kölliker*, Mikr. Anat. 1850. pag. 407. Gewebelehre, 2. Auflage, pag. 290.
[98]) *Valentin*, Nova Acta etc. l. c. p. 139. [99]) *Hannover*, recherches micr. p. 32.
[100]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. 1855. p. 14. [1]) *Henle*, Allgem. Anat. p. 653. [2]) *Bidder*, 1847. l. c. p. 16.

Fällen, wo er seine „Nervenfasern" sich bis in den Nucleolus hinein begeben sah. Ich finde zur Ausgleichung dieser Differenz nirgends eine andere Angabe bei meinen Vorgängern, als die ihrer relativ zu geringen Vergrösserungen, welche sie bei ihren Untersuchungen angewendet haben. Genaueres über die Fortsätze der Contour alsbald weiter unten.

e. Das Parenchym des Nucleolus ist von verschiedenen Forschern in verschiedener Weise beschrieben und gedeutet worden. *Valentin* [3]) sagt von dem Nucleolus, dass derselbe, im Gegensatz zu dem von ihm als flüssig betrachteten Inhalte des Nucleus, „durchaus solide" zu sein scheine. *Valentin* sagt: „Beide (Nucleus und Nucleolus) gehen leicht bei fortgesetztem Pressen zu Grunde; jedoch giebt er nicht speciell an, ob der Nucleolus dem Pressen länger widersteht als der Nucleus. Auch in seiner Hirn- und Nervenlehre, 1841, p. 8, nennt *Valentin* den Nucleolus „solid und gelblichbraun bis gelblich"; auch pag. 11. Das Parenchym des Nucleolus wird von *Henle* nicht specieller besprochen; doch hält er es eher für flüssig als für fest, indem er sagt, dass Nucleus und Nucleolus „beides in einander eingeschlossene Bläschen oder Kugeln sind" [4]). Dagegen behauptet *Hannover* [5]), dass der Nucleolus ein Bläschen sei; er sagt: „il est probable, que même les plus petits corps de noyau sont des vésicules, on du moins des corps creux pendant quelque tems; car on les voit souvent limités d'un double contour en signe d'une cavité . . . . avec des parois . . . . cependant quelquefois aucune cavité ne s'y découvre. Je n'ai pu examiner la qualité de son contenu si du reste il en existe." Aehnliches sagt er an vielen andern Stellen, z. B. p. 22. 25. 32. 68 etc. *Kölliker* (l. c.) spricht sich über die Natur des Nucleolus nicht genauer aus. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen vereinigen die verschiedenen Ansichten meiner Vorgänger, insofern ich den Nucleolus aus Elementarröhrchen feinster Gattung, welche mit Nervenfluidum gefüllt sind, zusammengesetzt betrachte. Schon *Valentin* gab einige Abbildungen, welche deutlich darauf hinweisen, dass der Nucleolus nicht als ein einfacher solider Körper, noch viel weniger als ein einfaches Bläschen betrachtet werden kann. So z. B. bildet er in Fig. 71 [6]) aus dem Bauchganglion eines Blutegels eine Nervenzelle ab, in welcher der Nucleolus aus lauter feinen dunklen Punkten zusammengesetzt erscheint. Eben so in Fig. 73, aus dem Bauchganglion des Krebses. Ferner bildet *Valentin*, Fig. 73, Tab. IX., in den beiden mittleren Nervenzellen, den Nucleolus als aus zwei concentrischen Kreisen zusammengesetzt ab, die in der Mitte des Nucleus sichtbar sind. *Valentin* bemerkt in den Erklärungen dieser Abbildungen, p. 238: „d, das Körperchen auf der Oberfläche (des Nucleus) mit seinem umgebenden hellen Kreise." Auch in seinem Aufsatze „Gewebe" [7]) ist ein Nucleolus mit einer auffallenden Doppelcontour, einem körnigen Centrum und einem dunklen Querstrich in letzterem abgebildet, gleich einer verzweigten Faser. Verschiedene Schichten oder die Doppelcontour des Nucleolus sah auch wohl *Remak* bei jungen Thieren, wo er gewahrte [8]), dass . . „nucleolus ipse circulo tenui circumdatus est."

Rudolph Wagner bildet in seinen verschiedenen Schriften das Kernkörperchen verschieden ab. In dessen „Neurologischen Untersuchungen," 1854, ist der Nucleolus (Tab. I. Fig. 1) theils kreisrund, theils oval gezeichnet, und in dem Centrum des Nucleolus abermals ein scharf begränztes rundes Körperchen, dergestalt, dass der Nucleolus in den hier abgebildeten beiden Ganglienzellen eine, von zwei concentrischen oder fast concentrischen Kreisen begränzte, Centralmasse des Nucleus darstellt, oder vielmehr als ein aus zwei — durch concentrische kreisrunde Contouren begränzte — Schichten bestehendes Körperchen anzusehen wäre. Eben so bildet er es ab im Handwörterbuch der Physiologie, Bd. III. Abth. 1. Fig. 42 u. 44; und *Wagner* bemerkt ausdrücklich, dass „das Kernkörperchen, wie öfters der Keimfleck, eine doppelte, concentrische dunkle Linie an der Peripherie erkennen lässt."

---

[3]) *Valentin*, Nova Acta etc. p. 139. [4]) *Henle*, Allg. Anat. p. 653. [5]) *Hannover*, recherches microscopiques, p. 9.
[6]) *Valentin*, Nova Acta etc. 1836. [7]) *Valentin*, in: *R. Wagner's* Handwörterb. d. Phys. 1842. Fig. 38.
[8]) *Remak*, Observ. anat. p. 10.

Rud. Wagner fand dieses an den grossen Nervenzellen im electrischen Gehirnlappen von Torpedo [9]). In allen übrigen in dieser Schrift abgebildeten Nervenzellen, z. B. Tab. I. Fig. 2, Tab. II. Fig. 1, 3, 4, 5 u. 6, ist der Nucleolus nur durch eine einfache Kreislinie in der Mitte des Nucleus angedeutet. Eben so auch in dessen „Neue Untersuchungen" etc. 1847. Fol. Dagegen sind die Nucleoli, welche *Wagner* in seinen so vortrefflich ausgeführten Icones physiologicae in centralen (wie zum Theil in peripherischen) Nervenzellen darstellt, ganz evident aus verschieden schattirten, abwechselnd dunkleren und helleren rundlichen Schichten zusammengesetzt. So zeigt z. B. die Nervenzelle Fig. 1 auf Tab. XIV ein mehr ovales als rundes Kernkörperchen mit scharfer und zum Theil breiter schwarzer Contour; diese schliesst zunächst eine helle ovale Schicht ein; und diese letztere wiederum umgiebt eine dunklere, granulirte, fast biscuitförmige Centralmasse des Nucleolus. Dasselbe findet sich in der Nervenzelle, Fig. 2, wo die dunkle Centralschicht des Nucleolus fast kreisrund dargestellt ist. In Fig. 3 sind diese Verhältnisse weniger auffallend gezeichnet. In Fig. 4 u. 5 ähnlich, doch auch nicht so auffallend; es finden sich hier nur zwei concentrische Kreislinien. In Fig. 9 ist das granulirte Ansehen, bei b., die zwei concentrischen Kreislinien oder Ellipsen, bei a. und c., angegeben. Letzteres auch bei peripherischen Nervenzellen, z. B. Tab. XIII. Fig. 16.

Die meisterhaften Abbildungen, welche *Hannover* in seinen „Recherches microscopiques" gegeben hat, zeigen an vielen Nervenzellen, dass der Nucleolus aus mehreren Schichten zu bestehen scheint, resp. nicht von einer einfachen Contour umgeben ist. So findet man auf Tab. II. Fig. 37 in zwei grossen Zellen die Nucleoli als zwei concentrische Kreislinien dargestellt, deren äussere dunkler und breiter ist als die innere, welche ein helles Centrum einschliesst. Eben so in Fig. 39, wo aber eine Zelle statt des inneren Kreises nur einen dunklen Punkt zeigt. Letztere Form zeigt sich auf Tab. III, Fig. 45 (oberste Zelle rechts), Fig. 46 (unterste Zelle links); Tab. VI, Fig. 75, untere Zelle. Auch in den mit grosser Sorgfalt und Treue ausgeführten Abbildungen, welche *Remak* in seinen Observat. anatomic. (1838) gab, findet man den Nucleolus theils aus zwei concentrischen Kreisen (Fig. 13, Zelle C. F. Tab. I.; ebendaselbst Fig. 13, Zelle B. u. D.), theils als einen Kreis mit einem centralen Punkte (Tab. I. Fig. 7, Tab. II. Fig. 16), theils als einfache Kreislinie oder Ellipse etc. dargestellt.

Ich unterlasse, mit Absicht, die Angabe der vollständigen Reihe der Forscher, welche über diesen Punkt anzuführen wären, weil die bereits genannten hauptsächlich dasjenige angegeben haben, was für meinen vorliegenden Zweck von Bedeutung ist, und weil die übrigen nicht genannten Autoren von den oben citirten Angaben nicht abweichen. Aus den Ergebnissen der Forschungen meiner Vorgänger fliesst also der Schluss, dass der Nucleolus sich bald als ein heller Punkt mit einfacher Contour, bald als ein heller Punkt mit doppelter Contour, bald als ein dunkler Punkt oder eine dunkle aus kleinen Punkten bestehende Masse mit einer helleren Umgebung, welche von einer dunklen Contour begränzt wird, darstellt. Mit diesen Ergebnissen stimmen meine Erfahrungen völlig überein, so lange es sich von einer 2—3—400-maligen linearen Vergrösserung handelt, welche von meinen Vorgängern in Anwendung gezogen wurde. Sobald man aber eine 700—900-fache Linearvergrösserung anwendet, alsdann löst sich der Nucleolus — vorausgesetzt, dass das Präparat ein gutes ist, und die Untersuchungsmethode übrigens eine zweckmässige, in die drei von mir oben beschriebenen verschiedenfarbigen Schichten auf:

1) Die centrale Schicht sticht meistens durch ihre rothe Farbe hervor. Schon *Harless* [10]) beschreibt den Nucleolus als „ein hellglänzendes Pünktchen." Er erwähnt nichts über dessen Farbe. Das glänzende Ansehen des Nucleolus in den Nervenzellen bei den Rochen fiel auch schon *Ch. Robin* auf; er nennt es „centre brillant" [11]); aber auch er erwähnt nichts von seiner Farbe, oder von der

---

[9]) *R. Wagner*, Handwörterb. der Physiologie, III. 1. Abth. p. 377. [10]) *Harless*, l. c. p. 287.

[11]) *Robin*, l. c., structure des ganglions etc.

Art wie es das Licht bricht; er konnte wohl bei der geringen von ihm angewandten Vergrösserung das nicht gut sehen, oder er beachtete die Farbe nicht; denn ich finde auch bei geringer Vergrösserung (2—300-fach) in den Nervenzellen von Torpedo, selbst wenn sie nur wenige Stunden in Chromsäure gelegen haben oder mit Jod behandelt wurden — aber auch bei ganz frischen, wie ich später zeigen werde — die rothe Farbe hervorstechend. Wendet man aber eine 800-fache Vergrösserung an, so findet man in den so grossen Nervenzellen des lobus electricus cerebri die drei verschiedenen farbigen Schichten des Nucleolus ganz klar; die rothe centrale ist oft am auffallendsten in Bezug auf ihren Durchmesser, mehr als $^1/_{1500}$‴; die folgende blaue Schicht ist etwa $^1/_{2000}$‴, die äusserste gelbe nur $^1/_{3000}$‴ an den verschiedenen Punkten ihrer Peripherie breit. Die centrale rothe Schicht erscheint bald granulirt, wie aus einer zahllosen Menge überaus feiner dunkler Punkte zusammengesetzt, bald von Faser- oder Röhren-Fragmenten in Form eines Kreuzes, oder anderer verschiedener Form, durchsetzt.

Eben so wie *Harless* sahen auch die anderen Beobachter das helle Centrum des Nucleolus, und was *Valentin*, *Wagner*, *Hannover*, *Remak* u. A. als die, von der inneren Abtheilung der Doppelcontour eingeschlossene, helle Centralparthie des Nucleolus zeichnen, ist nichts Anderes, als die von mir beschriebene rothe Centralschicht desselben. Die Doppelcontour des Nucleolus leitet zwar *Hannover* [12]) von dessen Grösse ab „qui par un changement de foyer peut obtenir au milieu un point obscur ou un petit cercle.“ *Hannover* äussert sich nicht genauer hierüber. Auch sagt er p. 68 u. a. a. O.: „lorsqu'ils sont grands, ils sont entourés d'une ligne double.“ Eben so pag. 70: „ils montrent dans le milieu une tache ou un cercle tantôt clair tantôt obscur, selon le changement du foyer.“ Wenn *Hannover* aber sagt, dass die Nucleoli Bläschen seien, wie er das an zahlreichen Stellen seiner „recherches“ behauptet, z. B. p. 20 („ils se montrent quelquefois en vésicules distinctes“), p. 22, p. 25 („grande ampoule claire“), p. 32 („comme s'ils étaient percés d'un trou“, wegen des schwarzen Mittelpunkts), so bringt er keine genügenden Gründe für seine Ansicht. Ein Loch würde doch das Licht durchlassen, also hell erscheinen! Die verschiedenen Schichten des Nucleolus beschreibt gewissermaassen schon entschieden *Hannover* [13]) mit den Worten: „Dans de plus grands corps de noyau on voit au centre un point obscur comme s'ils étaient percés d'un trou.“ Er erkannte das Verhältniss aber nicht genauer; p. 68 führt er an: „on découvre souvent dans leur centre un point obscur ou un cercle.“ Wenn man nun einen Kreis im Centrum des Nucleolus gewahrt, so schliesst diese Kreislinie doch sicher einen helleren Raum ein. Hätte *Hannover* diesen Raum mit den stärksten Vergrösserungen untersucht, so würde er die rothe Centralschicht erkannt haben.

Keiner meiner Vorgänger spricht, meines Wissens, von der Farbe. In allen den Fällen, wo die Centralschicht des Nucleolus als eine granulirte dunklere Masse (wie z. B. bei *Valentin* und *Wagner*, s. o.) dargestellt ist, in diesen Fällen hätte wahrscheinlich, und wird künftig sicher bei stärkerer Vergrösserung der Farbenunterschied sehr auffallend wahrgenommen werden können. Das granulöse Ansehen dieser centralen Schicht ist aber von mir in zahlreichen Fällen gesehen worden. Die (innere) Contour, welche die centrale Schicht des Nucleolus begränzt, ist bei meinen Vorgängern ganz so gezeichnet, wie ich sie bei schwacher Vergrösserung finde, d. h. diese Contour trennt die centrale rothe Schicht von der sie äusserlich zunächst umgebenden blauen.

2) Diese blaue Schicht des Nucleolus wird zwar von keinem meiner Vorgänger speciell erwähnt, aber was dieselben in ihren Abbildungen darstellen, stimmt vollkommen mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen überein. Der helle Raum, welcher von früheren Forschern zwischen der äusseren und inneren Contour des Nucleolus (also die helle Schicht zwischen der Doppelcontour desselben) gesehen wurde, — ist nichts Anderes, als die von mir beschriebene blaue Schicht desselben. Bei 300—400-facher Vergrösserung sieht man allerdings oft keine Farbe in dieser Schicht, oder man

---

[12]) *Hannover*, recherches, p. 25. [13]) *Hannover*, recherches etc., p. 32.

sieht sie nur undeutlich; wendet man aber die 700—800-fache Vergrösserung an, so ist die blaue Farbe dieser Schicht nicht zu verkennen, wiederum vorausgesetzt, dass die Untersuchungsmethode eine zweckmässige ist. Diese Schicht zeichnet sich in *R. Wagner's* Abbildungen (Icones phys. Tab. XIV. Fig. I. u. II.) besonders aus. Was nun

3) die gelbe Schicht betrifft, welche, als die äusserste des Nucleolus, ringsum die blaue Mittelschicht umgiebt, — so ist dieselbe von keinem meiner Vorgänger gesehen worden. Auch findet sich in keiner der verschiedenen Abbildungen jener Forscher irgend ein besonders hervorstechendes Merkmal, welches darauf hindeutet, dass diese Schicht in einer oder der andern Zelle jemals zur Erscheinung gekommen wäre. Dieser Umstand erklärt sich wiederum aus der relativ zu schwachen Vergrösserung, bei welcher jene Forscher arbeiteten. Die gelbe Schicht ist nämlich in keiner Nervenzelle bei einer 300-fachen Vergrösserung sicher zu gewahren, wenigstens nicht nach meinen bisherigen Erfahrungen. Dieselbe ist die schmalste der drei Schichten des Nucleolus, und selbst bei einer 700—800-fachen Vergrösserung ist sie oft nur schwer als ein ganz schmaler gelber Rand innerhalb der äussersten Contour wahrzunehmen. In den meisten Fällen aber wird man bei der genannten starken Vergrösserung finden, dass die gelbe Schicht an der von mir bezeichneten Stelle vorhanden ist. Der Umstand, dass mehrere meiner Vorgänger die äussere Contour des Nucleolus auffallend dunkler und breiter sahen und zeichneten, z. B. *R. Wagner* (Icones, Tab. XIV. Fig. 1), *Hannover* (Tab. II. Fig. 37, rechts oben) deutet darauf hin, dass hier doch eine, selbst bei mittelstarker Vergrösserung auffallend breite, Gränze ist. Diese Gränze löst sich bei 700—800facher Vergrösserung in die dunkle äussere Begränzungslinie und in die gelbe Schicht an deren innerem Rande auf. Aber nicht blos die Nucleoli in den mit Chromsäure behandelten Zellen, sondern auch die Nucleoli frischer Zellen bieten, ohne allen Zusatz färbender Reagentien, isolirt oder nur mit reinem Wasser befeuchtet, jene drei gefärbten Schichten. — Bei 300-facher Vergrösserung zeigt der Nucleolus bald eine blaue Farbe mit schwarzer Contour, bald, aber sehr selten, alle drei Schichten: roth, blau, gelb. Bei 400-facher Vergrösserung ist die rothe Schicht oft besonders deutlich. Bei 700-facher Vergrösserung erscheinen diese Schichten meist noch schärfer und deutlicher; jedoch in isolirten Zellen nicht so feuerroth oder rubinroth, wie bei Zellen in feinsten Abschnitten aus Chromsäure-Präparaten. Oft ist das Centrum nur gelbröthlich, oder mattgelb; in seltenen Fällen aber so entschieden hervorstechend roth, wie in Chromsäure-Präparaten. Die Ursache, weshalb in frischen Zellen, die mit Nadeln (aus dem Rückenmarke, dem Ganglion Gasseri, den Spinalganglien u. s. w.) isolirt worden sind, die Farben der drei Schichten des Nucleolus so auffallend schwächer erscheinen, als in Zellen, welche in feinen Abschnitten der nämlichen Theile, wenn sie vorher in Chromsäure gehärtet waren, enthalten sind, scheint mir darin zu suchen, dass die frischen isolirten Zellen stets eine dickere oder dünnere Decke des Zellenparenchyms und Nucleus-Parenchyms über dem Nucleolus, zwischen diesem und dem Focus des Mikroskops, haben, während in den feinen Abschnitten der Nucleolus der betreffenden Zellen häufig genug ohne jene deckenden und verhüllenden Theile der Zelle in den Focus des Mikroskops eingestellt werden, gleichsam blosgelegt oder ganz rein präparirt (durch den Querschnitt, welcher die betreffende Zelle zum Theil wegschneidet) mit dem Mikroskop untersucht werden kann. Immerhin geht aus diesen Thatsachen hervor, dass die drei verschieden gefärbten Schichten in keinem Fall als eine Wirkung der Chromsäure (oder des Jods und dergleichen anderer färbender Substanzen) betrachtet werden können.

Was nun die Continuität der Contour oder der Contouren betrifft, welche am Nucleolus bemerkbar sind, so erscheinen solche allerdings, wie die bisherigen Forscher angeben, d. h. als eine ununterbrochene Kreislinie oder Ellipse u. dergl., wenn man eine 200—400-malige Vergrösserung anwendet; dagegen bei Anwendung von 700—900-facher Vergrösserung und passender Untersuchungs-Methode die von mir im Obigen beschriebenen Unterbrechungen in der Continuität der Contouren, resp. die von ihnen ausgehenden Fortsätze, beobachtet werden können.

Ausser dem Mitgetheilten sind die oben citirten Angaben *Valentin's*, und *Wagner's* Abbildungen, das punktirte Ansehen des Nucleolus, oder das granulirte Ansehen der centralen Schicht des Nucleolus betreffend, schon als eine Hindeutung darauf anzusehen, dass man den Nucleolus nichts weniger als ein einfaches Bläschen betrachten kann. Meine Untersuchungen haben mich zu der Ansicht von dessen complicirterem Bau geführt.

5) Die Fortsätze der Nervenzellen betreffend.

Während über die Thatsache des Abgangs dicker Fortsätze von den Nervenzellen keine Meinungsverschiedenheit im Allgemeinen unter den Forschern besteht, ist dagegen der Abgang der zahllosen feinen Fortsätze [14]) derselben, die ich nur als Elementarröhrchen ansehe, oder die dem Durchmesser der Elementarröhrchen gleichkommen, bis jetzt eine von mir aufgestellte und fast isolirt dastehende Angabe. Nur einige wenige Mittheilungen früherer Forscher über diesen Punkt habe ich hier anzuführen.

Die feinen Ausläufer der Nervenzellen entdeckte zuerst *Remak* [15]). Den Abgang einer grossen Anzahl von feinen Nervenfasern von einer einzigen grossen Nervenzelle beschreibt auch später *Remak*, 1853 [16]). Er sagt: „... Die Körner ... finden sich an der Oberfläche der grossen Ganglienkugeln, und zwar an den Abgangsstellen der feinen gangliösen Axenschläuche, die hier in grosser Zahl, bis zu fünfzig und darüber, von der Substanz der Ganglienkugeln ausgehen, um die Bündel der gangliösen Fasern zu bilden. Ausser den feinen gangliösen Ausläufern sieht man noch breitere, nicht gangliöse, die vielleicht in dunkelrandige Fasern übergehen. ... Die grossen Ganglienkugeln der Spinalganglien senden ebenfalls von allen Punkten ihrer Oberfläche feine gangliöse Fasern aus, welche sich an einem Pole zu Bündeln vereinigen, nachdem sie eine die Kugel einhüllende dicke Kapsel gebildet haben." Gleiches beobachtete *Remak* bei Fischen, insbesondere bei Raja clavata. Dass *Remak* hier die von mir gemeinten feinen Ausläufer der Nervenzellen gesehen, dürfte, nach seinen Mittheilungen, kaum einem Zweifel unterliegen. Ob seine Deutung eine richtige ist, dass nämlich alle diese Ausläufer als (gangliöse) Nervenfasern zu bezeichnen seien, muss ich vorerst dahin gestellt sein lassen; ich glaube jedoch, dass deren Deutung zum grossen Theil als Elementarröhrchen mehr gerechtfertigt ist, die von dem Zellenparenchym oder der Zellenhülle ausgehen, jedenfalls mit beiden in Verbindung stehen. Auch glaube ich, dass zum Theil schon die von *Remak* 1838 [17]) beschriebenen Gebilde als die feinen Elementarröhrchen, welche mit dem Nervenzellen-Parenchym zusammenhängen, oder als die feinen Ausläufer des Nervenzellen-Parenchyms angesprochen werden müssen. Gegen die mitgetheilte Darstellung *Remak's* protestirt zwar *Kölliker* [18]), indem er die *Remak'*schen „gangliösen Körner" für die Kerne der Nervenscheiden, und die von ihnen entspringenden Fasern für Bindegewebe erklärt. *Kölliker* meint: „statt, wie Andere, die Scheiden als unwesentliche Hüllen zu betrachten, lässt er sie von der Substanz der Ganglienkugeln ausgehen, und stempelt sie so zu nervösen Elementen. Dies ist entschieden falsch. Es liegen die Ganglienkugeln mit ganz glatter Oberfläche, umhüllt von ihren Zellmembranen, innerhalb der kernhaltigen Scheide, und wird es Niemand gelingen, auch nur die geringste Verbindung zwischen beiden zu finden." Gegen diese Behauptung *Kölliker's* habe ich bereits oben die Beweise geliefert, durch Nachweis der Verbindungs-

---

[14]) Wenn ich von den feinen Ausläufern der Nervenzellen rede, so meine ich hiermit nicht blos die bisher als sogenannt sympathische Fasern erkannten Nervenfasern, welche aus peripherischen Ganglien entspringen, wie dies seit *Remak's* Arbeiten auch von *Bidder* und *Volkmann* (Selbstständigkeit des sympath. Nervensystems, 1842) für die Ganglien des Sympathicus, und seit *Valentin's* und *Kölliker's* Arbeiten (*Valentin*, Repert. 1843; *Kölliker*, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympath. Nervensystems, 1844.) zugleich von den Spinalganglien bekannt ist, — sondern ich meine damit Ausläufer von viel grösserer Feinheit, welche sich in die Categorie der Elementarröhrchen stellen.

[15]) *Remak*, in: *Froriep's* Neue Notizen. 1837. III. Bd. p. 216. Observat. anat. p. 9. 1838. §. 13.

[16]) *Remak*, in: Monatsber. der Berl. Akademie, 12. Mai 1853. Ueber gangliöse Nervenfasern.

[17]) *Remak*, Observ. anat. p. 9. §. 13. [18]) *Kölliker*, Handbuch der Gewebelehre, 2. Aufl. p. 350. 351.

theile zwischen Ganglienkugel und Hülle; hiermit fällt auch *Kölliker's* Behauptung von der ganz glatten Oberfläche der Ganglienkugel; und was die Unwesentlichkeit ihrer Hülle betrifft, die *Kölliker* anführt, so wird er gewiss nicht darauf bestehen wollen. Was uns bisher unwesentlich vorkam, lag nur in unserer willkührlichen Idee, allenfalls auf den Scheingrund basirt, dass es Ganglienkugeln ohne Hülle gebe (in den Centraltheilen). Diese Ansicht ist aber ebenfalls unhaltbar; und an einer Ganglienkugel ist die Hülle nicht unwesentlicher als ihr Nucleus etc. Wir kennen ja noch viel zu wenig die Bedeutung, welche der Zellmembran zukommt, als dass wir uns unterfangen dürften, solche für einen unwesentlichen Theil zu erklären. Endlich wird *Kölliker* gewiss auch zugeben, dass zwischen Zellmembran und Zelleninhalt oder Ganglienkugel irgend eine Verbindung bestehen müsse, wenngleich solche auch bei geringen Vergrösserungen (3—400) nicht ersichtlich ist. Denn eine Ganglienkugel in einer Zellmembran eingeschlossen, und ohne alle andere Verbindung mit ihr, ausser dem blossen Contact — hätte für die Wissenschaft gar keinen Sinn. Die Ganglienkugel würde dann wie ein fremder Körper in der Zellmembran eingeschlossen sein. Diese Ansicht wird aber durch den positiven Nachweis der Verbindungsglieder zwischen Hülle und Ganglienkugel, wie ich solchen oben gegeben, unhaltbar.

Auch die Mittheilungen *Lieberkühn's* [19]) sind hier anzuführen. Er bildet feine Fortsätze von Nervenzellen (Axencylinder nach *Lieberkühn*) ab, welche in diese Categorie zu zählen sind.

R. Wagner [20]) deutet darauf hin, dass er die gröberen dieser feinen Fortsätze an centralen Nervenzellen gesehen habe. *Wagner* fand an manchen Stellen des grossen Gehirns (Ammonshorn) Zellen, aus deren einem stumpfen Ende unmittelbar eine Menge sehr feiner Fortsätze entspringen, während an der entgegengesetzten Seite ein sehr langer, dicker Fortsatz abgeht, der schliesslich auch durch Theilung sich verkleinert. Auch die von *Wagner* gegebenen Abbildungen bestimmen mich, meine erwähnte Deutung aufzustellen.

Eine andere Mittheilung *R. Wagner's* [21]) scheint mir gleichfalls hierher gehörig. *Wagner* bildet Nervenzellen aus dem zweiten Nervenpaar des Plexus brachialis von Torpedo ab, in Fig. 7. 8. **, an denen von verschiedenen Punkten ihrer Peripherie feine Fasern abgehen, welche er als „Zellgewebsfasern und sparsame umspinnende Elemente" bezeichnet. Ich glaube, dass diese Fasern mit Unrecht ohne Weiteres sämmtlich als Bindegewebefasern angesehen werden; und wenn *Remak* auf der einen Seite vielleicht zu weit geht darin, dass er die ganze „dicke Kapsel" der Nervenzelle für ächte Nervenfasern hält, und wenn *Kölliker's* Einwendungen hiergegen zu einem Theile Grund haben dürften, so muss ich in Bezug auf *Wagner's* Deutung dieser Fasern anderseits bemerken, wie ich oben gegen *Kölliker's* Ansicht gethan, dass kein stricter Beweis vorhanden ist, um alle jene feinen Fasern als Bindegewebe zu bezeichnen, und vom Nervengewebe auszuschliessen. Ueberhaupt dürfte bald die Zeit kommen, in welcher das Verhältniss des Bindegewebes zum Nervengewebe von einem ganz anderen Gesichtspunkte betrachtet wird, als es bis jetzt geschehen ist. Man nimmt an, dass die Elemente des Bindegewebes überall zu denen des Nervengewebes in dem Verhältniss der Juxtaposition stehen, und man schliesst jede Communication oder jede Continuität beider aus. Ich hoffe bald zu zeigen, dass zwischen den feinsten Elementen beider Systeme auch wirkliche Communicationen Statt finden.

Auch *Stannius* beobachtete die feinen Fortsätze der Nervenzellen 1850. Er sagt [22]): „Diese Fortsätze in den Centraltheilen (von Petromyzon) sind bald von unmessbarer Feinheit, bald durch alle Mittelstufen hindurch von colossaler Breite. . . . . Sie gehen bald vom ganzen Umfange des Ganglienkörpers aus, bald scheinen sie nur von einer Seite oder einem Rande abzutreten." etc.

---

[19]) *N. Lieberkühn*, de gangliorum structura penitiori. Berlin 1849. 4. Fig. 2. 3. 9.

[20]) *R. Wagner*, neur. Untersuch. 1854. Taf. I. Fig. 4.

[21]) *R. Wagner*, Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigung, in dessen: Handwörterbuch d. Physiol. III. Fig. 7. 8. p. 402. [22]) *Stannius*, in: Götting. Anz. 1850. *R. Wagner's* neur. Unters. 1854. p. 88. 90. 91.

Wiederum habe ich aber, in Bezug auf die oben berührte Frage, schliesslich zu bemerken, dass es auch hier die ungenügende Vergrösserung ist, welche von den verschiedenen Forschern bei ihren Untersuchungen angewendet wurde, die sie an der Erkenntniss der feinen Gebilde, wie diese von dem Parenchym der Nervenzellen ausgehenden Elementarröhrchen sind, verhindern musste.

Die dicken Fortsätze der Nervenzellen betreffend, so habe ich oben behauptet, dass sie entweder benachbarte Zellen, ohne sich vorher auffallend getheilt oder an Dicke merklich abgenommen zu haben, mit einander verbinden; oder — und dies gilt von der Mehrzahl bei den centralen Zellen — sich grob bifurcatorisch theilen, und auch ausserdem an zahllosen Punkten feinste Verästelungen (Elementarröhrchen, mehr oder weniger vereinzelt) aussenden, bis sie in lauter Elementarröhrchen aufgelöst sind, welche als solche in Primitiv-Nervenfasern oder in Nervenzellen entfernter oder naher Gebiete eintreten; oder endlich — ohne sich zu theilen (wie bei den meisten Zellen in den Spinal-Ganglien), oder nur nach den ersten Theilungen in Primitiv-Nervenfasern übergehen. Betrachten wir die Arbeiten und Ansichten meiner Vorgänger über diese Verhältnisse, so finden wir allerdings eine oft schroff sich entgegenstehende Verschiedenheit derselben.

a. Die Verbindung zweier Nervenzellen durch einen dicken, gleichmässig breiten oder ungetheilten Fortsatz betreffend. Bereits *Valentin* beschreibt dieses Verhältniss. In den Ganglien des Bauchstrangs des Blutegels fand *Valentin* [23]) zwei grosse Ganglienkugeln, die durch einen Fortsatz mit einander verbunden waren. *Valentin* hält diese Verbindung selbst für eine ächte nervöse, nicht durch Zellstoff bewirkte. In jeder Kugel ist zwar ein Nucleus, aber nicht der Nucleolus abgebildet. Die brückenartige Commissur zwischen zwei Ganglienkugeln bestätigte *Valentin* auch aus späteren Untersuchungen [24]). Commissurenartige Verbindungen von Ganglienkugeln beschreibt *Valentin* auch 1839 [25]), und er bemerkt hier besonders, dass das Gewebe der Commissur „wie die Ganglienkugel selbst aus einer granulirten Masse mit einem sehr hellen Bindemittel besteht."

Die Verbindung mehrerer Nervenzellen durch feine Fortsätze sah auch *Remak* bereits 1837 [26]): „Von den ... Kugeln der grauen Substanz des Rückenmarks entspringen mehrfache Bündel von sehr durchsichtigen, nicht röhrigen Fasern, die sich mitunter sehr bald in ihre Elemente zersplittern und zum Theil die zerstreut liegenden Kugeln mit einander in Verbindung setzen. Dasselbe findet im Allgemeinen an den Kugeln aller Ganglien Statt, mit dem Unterschiede, dass hier blos von einer Seite der Kugel ein Bündel von übrigens ähnlich beschaffenen Fasern entspringt, und dass die dicht gelagerten Kugeln durch kurze, feine, knotige Fasern mit einander verbunden werden." Noch deutlicher aber beschreibt *Remak* den Zusammenhang zweier Nervenzellen durch eine Commissur im folgenden Jahre [27]), wo er sagt: „in junioribus animalibus saepe globuli gemini observantur, qui commissura satis ampla secum cohaerent ..." Die Verbindung zweier solcher grossen Nervenzellen durch eine kurze breite Brücke bildet *Remak* auch ab: Observat. anat. 1838. Taf. 1. Fig. 11, A. D.

Harless [28]) vermuthet, dass bei Torpedo die Fortsätze der Ganglienzellen auch letztere unter einander verbinden. Er sah solche aber noch nicht. Diejenigen Verbindungsfäden, welche er zwischen zwei Nervenzellen sah, hielt er für Bindegewebsfibrillen, und nicht für präformirte Commissuren zweier Zellen (p. 286).

Stannius [29]) dagegen fand die Einlagerung zweier Nervenzellen in die Continuität einer Nervenfaser in sehr benachbarter Strecke (p. 142) „in der Ganglienmasse an der Basis vom Stamme des N. maxillaris superior bei Spinax acanthias", und bildet solches Tab. IV. Fig. 12 ab. Auch sah er

---

[23]) *Valentin*, Nova Acta A. N. C. 1836. p. 236. Tab. VIII. Fig. 62.
[24]) *Valentin*, Repertorium. 1838. III. Bd. p. 76. [25]) *Valentin*, in *Müller's* Archiv 1839 p. 142. 153. 154.
[26]) *Remak*, in *Froriep's* Notizen. 1837. III. Bd. p. 216. [27]) *Remak*, Observ. anat. 138. p. 10.
[28]) *Harless*, l. c. p. 285. [29]) *Stannius*, peripher. Nervensystem der Fische. 1849.

1850 [30]) die Fortsätze zweier verschiedener centralen Ganglienkörper anscheinend mit einander anastomosiren, im Rückenmarke von Petromyzon, doch ohne völlige sichere Ueberzeugung. Die Verbindung von Ganglienzellen durch Fortsätze sah später *Stannius* auch im Petromyzon-Rückenmark [31]).

Rudolph Wagner bestätigte den Zusammenhang der grossen Nervenkörper durch zwei Fortsätze in den Centraltheilen des Nervensystems [32]) im Jahre 1850. Er sagt: „In seltenen Fällen gelang es selbst, eine Faser kurz nach einander, wie in *Stannius's* Fall, mit zwei Ganglienzellen verbunden zu sehen. Ausser dem Menschen zeigte mir Dr. *Leuckart* in einer gemeinschaftlichen Untersuchung auch bei'm Hunde eine solche Ansicht, die dafür sprach." Ebendaselbst (p. 51) sagt auch *R. Wagner*, dass er im menschlichen Gehirn „Zwillingskörper, d. h. zwei verwachsene Ganglienzellen" in seltenen Fällen gesehen habe. Diese letzterwähnte Beobachtung gestattet freilich nur anzunehmen, dass hier gar kein oder nur ein sehr kurzer Fortsatz zwischen zwei Ganglienzellen befindlich ist. Diese Beobachtungen erweiterte *Wagner* 1851. Von den multipolaren Nervenkörpern im electrischen Gehirnlappen des Zitterrochens sah *Wagner* den Theil ihrer Fortsätze, welcher nicht in Nervenfasern überging, die einzelnen Ganglienzellen, bald näher, bald entfernter liegende, unter einander in Verbindung setzen. „Dies Factum", sagt *Wagner*, „haben wir mit aller möglichen Bestimmtheit eruirt. Es gelang uns, die zart granulirten Verbindungsfäden zwischen je zwei Ganglienkörpern seilartig anzuspannen und die beiden Ansatzpunkte zugleich zu überschauen [33])."

Auch in den folgenden Jahren [34]) bestätigte *Wagner* dieses Factum immer häufiger. Er sagt: „Solche neuerdings wiederholt angezweifelte Verbindung von je zwei Ganglienzellen [35]) habe ich an vielen Orten, namentlich im Rückenmark, in der Ala cinerea, im Locus coeruleus, im Locus niger Soemmerringii gesehen, und zwar mit völliger Sicherheit. ... es kommt jeden Winter hier vor, dass einige Studirende solche Präparate herstellen."

Wagner bildet den Zusammenhang grosser Nervenzellen durch einen dicken gemeinschaftlichen Fortsatz in seinen „Icones physiolog." Tab. XIV. Fig. VI u. VIII, ab. Auch in seinen „Neurologischen Untersuchungen" 1854. Tab. I. Fig. 1. u. 2.

Auch *Bidder* stimmt für den Zusammenhang der Ganglienzellen untereinander. Er sagt in einer brieflichen Mittheilung an *R. Wagner* [36]): „Die Zellen beider Seitenhälften (des Rückenmarks) hängen durch Verbindungsfasern zusammen — das sind die Commissuren." Diese Aeusserung ist zwar nicht geeignet, *Bidder's* Angabe an diesem Orte anzuführen; denn der Zusammenhang einer Ganglienzelle der linken Seitenhälfte mit einer solchen der rechten Seitenhälfte des Rückenmarks ist, wie ich an anderem Orte zu beweisen gedenke, vorerst noch nicht zu adoptiren. *Schilling*, *Owsjannikow*, *Kupffer*, und andere Schüler *Bidder's*, deren Arbeiten ich in meiner demnächst erscheinenden Schrift über den Bau des Rückenmarks ausführlich besprechen werde, stimmen mit den Ansichten *Bidder's* überein.

Auch *Kölliker* sah die Verbindung zweier Ganglienzellen durch einen Commissur-artigen Fortsatz [37]). Er spricht von „mehrfach gesehenen, durch Verbindungsfäden zusammenhängenden Zellen" in dem Centralnervensystem junger Thiere. Eben so, dass er die von *Remak* und *Valentin* „als nicht gerade selten vorkommend beschriebenen Verbindungen zweier Zellen bei jungen Geschöpfen" ebenfalls bestätigen kann. *Kölliker* führt dies Factum an als Beweis für die Vermehrung der Zellen durch Theilung. Wir nehmen aber hier blos Act von der Thatsache.

---

[30]) *Stannius*, 1850 l. c.; s. auch *R. Wagner's* neurol. Untersuch. 1854. l. c. p. 91.
[31]) *Stannius*, Verjüngerungsvorgänge im thier. Organ. Rostock 1853. p. 16.
[32]) *R. Wagner*, Neurol. Untersuchungen etc. 1854. p. 48. [33]) *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen p. 112.
[34]) 1853. 1854. *Wagner*, l. c. p. 163. Anmerkung. [35]) S. *Kölliker's* Handb. der Gewebelehre, p. 303.
[36]) *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen. 1854. p. 164. Note.
[37]) *Kölliker*, Mikroskop. Anatomie. II. 1850. p. 535.

Auch in seinen späteren Schriften spricht *Kölliker* von den Verbindungsfäden zwischen zwei Nervenzellen. So sah er dieselben bei jungen Säugern nicht selten [38]. Er betrachtet sie auch hier wiederum, wie zwei Kerne einer Zelle, als Beweis selbstständiger Vermehrung der Nervenzellen. Von den Zellen des Gehirns und Rückenmarks nimmt *Kölliker* den Zusammenhang (anastomosirende Zellen) durch Ausläufer aber nicht an [39]. Er bezweifelt zwar *R. Wagner's* Angaben nicht, dass diejenigen Ausläufer von Nervenzellen, welche nicht in dunkelrandige Fasern übergehen, die einzelnen Nervenzellen unter einander in Verbindung setzen, und somit giebt *Kölliker* gewissermaassen das Factum zu; er spricht sich dagegen nur aus, weil er seine Ansicht, dass freie Ausläufer dieser Nervenzellen existiren, nicht aufgiebt, und weil die Thatsachen für *Wagner's* Ansicht zu spärlich seien. Indessen geht hier *Kölliker* offenbar zu weit in seiner Skepsis. Die freien Ausläufer seiner Fortsätze sind Artefacte, durch Zerzupfen der Präparate, durch Ausziehen oder Ausschälen mit Nadeln entstanden, worüber weiter unten genauer. Dieselben haben streng genommen keinen genügenden Sinn für die Wissenschaft, und dass diese Ausläufer blasse Nervenfasern seien, welche nach Bildung zahlreicher Verästelungen frei enden, und auf andere Nervenmassen einwirken, „da .... Nervenfasern auch auf Muskeln, Drüsen etc. influenciren, ohne mit denselben in Continuität zu sein ....“ das ist jedenfalls eine Hypothese, die der zu grossen Skepsis *Kölliker's* gegenüber wiederum als zu gewagt erscheinen muss.

Anastomose von Nervenzellen fand auch *Corti* in der Retina des Elephanten in ganz unzweideutiger Weise, und zwar stellte er 4 mit einander zusammenhängende Zellen dar [40].

Den Zusammenhang der Ganglienzellen durch Fortsätze untereinander behauptet auch noch ferner im Jahre 1854 *R. Wagner* [41] gegen *Remak*, welcher in seiner neueren Abhandlung [42] solche nicht gefunden zu haben angab. *Wagner* meint, es sei schwieriger, diese Faserfortsätze wahrzunehmen, als die Fortsätze der Ganglienzellen, welche Nervenfasern bilden.

Es möge genügen, die genannten Beobachtungen und Ansichten angeführt zu haben, um zu zeigen, dass unter den heutigen Forschern immer noch Unsicherheit herrscht über die Zulassung einer Verbindung der grossen Nervenzellen durch breite Fortsätze. Die neueren schönen Beobachtungen *Schröder v. d. Kolk's* u. A. werde ich bald in einer andern Schrift an gelegenerem Orte besprechen. Nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen ist es mir erklärlich, dass *Kölliker* diese Verbindung centraler Nervenzellen läugnet; denn ich sah solche nur einige Male mit Evidenz unter vielen Tausenden von Präparaten in feinen Abschnitten aus den Centraltheilen des Nervensystems. *Hannover*, welchem ich eins dieser Präparate zeigte, fand hierin den evidenten bejahenden Beweis der Frage. Häufiger fand ich in feinen Abschnitten eine grosse Nervenzelle, deren dicker Fortsatz nach kurzem Verlauf ein keulenförmiges, mehr oder weniger dickes, unregelmässig geformtes Ende zeigte; letzteres war evident das Fragment einer andern grossen Nervenzelle, die durch den Schnitt mutilirt war, weil sie in anderer Ebene lag, als in der, welche der Fortsatz durchlief. Streng genommen liefern auch solche Präparate den Beweis des Zusammenhangs zweier Nervenzellen durch einen Fortsatz; jedoch ist dieser Beweis natürlich viel stricter, wenn man die beiden betreffenden Nervenzellen, mit Nucleus und Nucleolus möglichst unverstümmelt in einer Ebene liegend, durch einen dicken Fortsatz verbunden sieht, wie ich das *Hannover'n* zeigte. Auch bei der Untersuchung frischer Hirntheile ist es mir nur ein einziges Mal gelungen, zwei, mittelst eines dicken und langen Fortsatzes zusammenhängende, Nervenzellen grösster Gattung aus dem Hypoglossuskern des Ochsen unter dem Dissections-Mikroskop von *Schiek* dergestalt zu isoliren, dass ich mittelst der Nadel, welche den Verbindungszweig der Zellen

---

[38] *Kölliker*, Gewebel. 1. Aufl. p. 331. 2. Aufl. p. 353. [39] *Kölliker*, Gewebelehre, 1. Aufl. p. 303. 2. Aufl. p 323.
[40] *Corti*, in: *Siebold* und *Kölliker's* Zeitschrift. Bd. V. 1854. p. 92.
[41] *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen p. 183. [42] *Remak*, in: Monatsberichte der Berliner Akademie. 1854.

fasste, beide Zellen auf dem Objectglas in den verschiedensten Richtungen durch das Sehfeld hin und her zu ziehen im Stande war. Bevor ich zur Kenntniss dieser verschiedenen Thatsachen gelangte, war ich gegen die Verbindung zweier Nervenzellen (in den Centraltheilen) durch breite Fortsätze, eben so misstrauisch, als *Kölliker* es war und ist. Nach Feststellung dieser Thatsachen wäre es aber gänzlich ungerechtfertigt, diese Verbindung nicht als eine sehr häufig im Central-Nervensystem vorkommende (auch wohl eben so zahlreiche oder noch zahlreichere, wie *Schröder van der Kolk* es darstellt, nur nicht so leicht und sicher nachzuweisende) ansehen, oder gar die derartigen Beobachtungen anderer Forscher bezweifeln zu wollen. Eine positive Thatsache widerlegt hier Tausende von negativen, um so mehr, als die Erforschung in diesem Felde eine so ungemein schwierige ist.

b. Den Uebergang der Nervenzellenfortsätze in Nervenfasern betreffend.

Indem ich die Theilung gewisser grosser Fortsätze der centralen Nervenzellen bis zu ihrer gänzlichen Auflösung in die feinsten Röhrchen oder Fasern vorerst als eine von den Anatomen wohl kaum bestrittene Thatsache keiner weiteren Besprechung unterziehe, wende ich mich zur Betrachtung des Verhaltens derjenigen Fortsätze der Nervenzellen, von welchen ich oben behauptet habe, dass sie, ohne vorhergängige Theilung oder nach den ersten Bifurcationen, in Primitivnervenfasern übergehen. Indem ich hier mit Absicht eine genauere geschichtliche Darlegung dieser Streitfrage übergehe, und solche meiner ausführlichen Schrift vorbehalte, weise ich auf die Schrift von *Bidder* [43]) und vorzugsweise auf den Aufsatz *Kölliker's* [44]) in Betreff des Geschichtlichen hin.

Nur einige, zum Theil von früheren geschichtlichen Darlegungen abweichende kurze Bemerkungen mögen hier Platz finden.

Den Ursprung der Nervenfasern von Nervenzellen (1837) zuerst entdeckt und hierauf als auf ein allgemeineres Gesetz (wenigstens in den sympathischen Ganglien) hingewiesen zu haben, bleibt *Remak's* unbestreitbares Verdienst [45]). Er giebt zwar nur den Ursprung der organischen und nicht der dunkelrandigen Nervenfasern damals an, obwohl er auch schon den Axencylindern breiter Fasern ähnliche („fibris primitivis satis similes, p. 9) Fasern von den Nervenzellen entspringen sah; und selbst einige Jahre später (1841) ist *Remak* [46]) noch misstrauisch gegen den unmittelbaren Uebergang der dunkelrandigen Primitivröhren in die Gehirnzellen (Ganglienkugeln). Es ist ihm deren Uebergang in die längeren oder kürzeren blassen Fortsätzen derselben wahrscheinlicher. Seine früheren Angaben, wie die *Valentin's*, hält er für die Folge mangelhafter Präparation; ibid. (pag. 515) sagt *Remak:* „Ob die blassen Fasern des Rückenmarks (in gelatinöser und grauer Substanz) irgendwo in die Primitivröhren, oder in die Fortsätze der Ganglienkugeln, oder in beide übergehen, kann ich nicht angeben.“ In neuerer und neuester Zeit ist aber *Remak* bekanntlich wieder von dieser Ansicht zurückgekommen [47]) und nimmt den unmittelbaren Uebergang der Ausläufer der Nervenzellen in allen Theilen des Nervensystems als ein so allgemeines Gesetz in so weitem Umfange an, dass *Kölliker*, vielleicht nicht ganz mit Unrecht, hier eine Verwechselung nervöser Elemente mit Bindegewebefasern von Seiten *Remak's* voraussetzt. Bei einem so gewandten und in der feinsten Zergliederung des Nervensystems so geübten Forscher, wie *Remak* ist, hat dieser Einwurf seine grossen Bedenken, und die Zukunft hat deshalb die endgültige Entscheidung zu bringen.

Nach *Remak* ist von *Hannover* die Verbindung von Nervenzellen und Nervenfasern behauptet worden. *Hannover* stellte nämlich 1840 [48]) die Ansicht als höchstwahrscheinlich auf, „dass der Ursprung

---

[43]) *Bidder*, Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. 1847. 4.
[44]) *Kölliker*, Neurolog. Bemerkungen, in: *Siebold* und *Kölliker's* Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. I. p. 135—162.
[45]) *Remak*, in: *Froriep's* Notizen. 1837. Nr. 48. Observation. anatom. 1838. p. 9.
[46]) *Remak*, in: *Müller's* Archiv. 1841. p. 510.
[47]) *Remak*: „über multipolare Ganglienzellen“ in: Monatsberichte der K. Akad. d. Wissensch. in Berlin. Januar 1854.
[48]) *Hannover*, in: *Müller's* Archiv, 1840, p. 555.

der Gehirnfasern von den Gehirnzellen, und ihre durch das ganze Leben bleibende Verbindung mit jenen Centralgebilden“ Statt finde. Es sagt darüber nach seinen Erfahrungen an Chromsäurepräparaten: „ich habe so vielfältige Male diese Beobachtung gemacht, dass bei mir fast kein Zweifel an der Richtigkeit dieser interessanten Erscheinung obwaltet.“ Dass *Hannover* sich vor Täuschung bewahrt habe, geht aus seinen eignen Warnungen hervor: „Man hüte sich, eine mit einem Faden versehene und umherschwimmende Varicosität für die Gehirnzelle mit ihrer Gehirnfaser zu halten; man sehe nicht die körnigen, oft sehr langen Fortsätze und Schwänze der Zellen für Fasern an. Die Faser, die von der Zelle ausgeht, muss als Faser erscheinen (das beste Criterium ist, wenn sie an einigen Stellen varicös geworden ist) und die Zellen müssen einen bestimmten, deutlichen Kern enthalten.“ Den Ursprung der Fasern von den Nervenzellen behauptet eben so positiv *Hannover* 1844, in seinen „recherches“, p. 11: „les fibres cérébrales ont leur origine des cellules cérébrales“ (p. 33 u. a. O.) und giebt zahlreiche Abbildungen; zwar sind es nicht dunkelrandige Fasern, die er abbildet; indessen vermindert das den Werth von *Hannover's* Angaben nicht, seit man weiss, dass blasse Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Fasern sich fortsetzen, dass dunkelrandige Nervenfasern (durch Theilung) sich in blasse umwandeln und ihre Doppelcontouren verlieren u. s. w. Ausserdem sagt *Hannover* (p. 12), dass das Verhältniss am klarsten erkannt werde „lorsqu'on voit une cellule parfaitement formée avec son noyau et une fibre qui en sort variqueuse.“ Dass *Hannover* sich auch vor Verwechselung mit dem über oder unter einer Zelle liegenden Faserende gehütet habe, geht überdies aus seiner speciellen Warnung vor solcher Verwechselung und aus den Cautelen, die er giebt, eine solche zu erkennen, deutlich hervor (pag. 12). Dass der Faserursprung durch die Contour der Zelle von letzterer bald geschieden erscheint, bald nicht, sagt *Hannover* p. 33. Die Bedeutung der Beobachtungen *Hannover's* vom Ursprung der Nerven aus den Nervenzellen der Centralorgane erkennt auch *Kölliker* [49]) an [50]).

Nach *Hannover's* ersten Mittheilungen machte *Helmholtz* 1842 [51]) seine Untersuchungen des Nervensystems wirbelloser Thiere bekannt, durch welche er documentirte, dass in den Ganglien des Flusskrebses, Blutegels u. s. w. ein evidenter Zusammenhang von Nervenfasern mit Nervenzellen angenommen werden müsste, resp. dass die Fortsätze der Nervenzellen wegen ihrer physikalischen Beschaffenheit (resp. Gleichheit mit den Nervenfasern) als Nervenfasern zu betrachten seien. Zwei Jahre später veröffentlichte *Kölliker* die Resultate seiner Arbeiten über diesen Gegenstand, durch welche es immer entschiedener hervortrat, dass der Ursprung von Nervenfasern aus Nervenzellen ein allgemeines Gesetz der thierischen Organisation sei. „Die Fortsätze der Ganglienkugeln sind die Anfänge der Nervenfasern“ sagt *Kölliker* [52]) von den feinen in den Ganglien entspringenden Fasern des Frosches, indem der „Fortsatz, der dicht an der Kugel, selten weiter davon ab als 0,015''', ziemlich plötzlich . . dunkle Contouren, leicht granulirten Inhalt, wellige Ränder . . bekommt, . . zu einer feinen Nervenfaser wird“ (p. 18). Eben so in den sympathischen Ganglien. Auch bei den höhern Wirbelthieren (p. 22). Die Entdeckung des wirklichen Zusammenhangs der Nervenzellen mit dunkelrandigen doppeltcontourirten Nervenfasern muss übrigens erst als durch diese Arbeiten *Kölliker's* hauptsächlich dargestellt hervorgehoben werden. Er fand 13 Mal den Zusammenhang dunkelrandiger Fasern

---

[49]) *Kölliker*, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympath. Nervensystems. 1844. p. 27 u. 30.

[50]) Den Ursprung der Nervenfasern von Nervenzellen hatte auch wahrscheinlich 1840 schon *Pappenheim* gesehen (Dr. *S. Pappenheim*, die specielle Gewebelehre des Gehörorgans etc. Breslau 1840. 8. p. 51. Note). Er bemerkte bei Insekten (Notonecta) „im Gehirn vier runde Kugeln mit vieler unmessbarer Punktmasse, ausserdem mehrere ovale Körper, und von ihnen ausgehend Primitiv-Nervenfasern und Ganglienkugeln.“ Doch hatte *Pappenheim* die Wichtigkeit dieses Verhältnisses nicht erkannt, denn pag. 73 stellt er noch unentschieden hin, „ob die Ganglien . . die Erzeuger der vegetativen Nervenfasern“ sind. Eben so unbestimmt ist, was *Pappenheim* (l. c. pag. 114) von „Ganglienkugeln, die durch Fäden in sichtbarer Verbindung mit dem Sympathicus stehen“ sagt, und endlich bildet er die Ganglienkugeln (z. B. Fig. 1) ohne Fortsätze ab. [51]) *Helmholtz*, de fabrica systematis nervosi evertebratorum, diss. inaug. Berol. 1842.

[52]) *Kölliker*, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympath. Nervensystems. 1844. p. 17.

mit Nervenzellen, und bestätigte so auf das Sicherste, was früher nicht mit solcher Sicherheit bekannt war [53]). Kurz nach *Kölliker* oder gleichzeitig mit ihm kam auch *Will* an Wirbellosen [54]) zu der Ueberzeugung, dass [55]) „die Nervenkörperchen mit einfachen röhrigen Anhängen als Anfänge oder Enden von Nerven-Primitivfasern zu betrachten sind." Auch *Todd* und *Bowman* [56]) sahen Fortsätze der Nervenzellen nach mehrfacher Verästelung in sehr durchsichtige Fasern übergehen.

Im Jahre 1846 veröffentlichte *Harless* [57]) seine Untersuchungen am Lobus electricus cerebri bei Torpedo, wie oben mitgetheilt worden ist, ohne jedoch mehr Sicherheit über diese Punkte zu geben als bisher. Erst im folgenden Jahre, 1847, als durch die gleichzeitigen Untersuchungen von *Rudolph Wagner* [58]), *Robin* [59]) und *Bidder* [60]) die auffallende Verbindung von Nervenzellen mit den Primitivfasern in den Nervenwurzeln verschiedener Fische (Rochen, Zitterrochen, Hecht etc.) entdeckt wurde — da schwand jeder weitere Zweifel über den wirklichen Zusammenhang dunkelrandiger Nervenfasern mit Nervenzellen, so weit man die peripherischen Nerven im Auge hat. *Hyrtl* [61]), *Radclyffe Hall* [62]), welcher den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in varicöse Fasern zuerst sah, *Beck* [63]) und Andere, lieferten noch verschiedene hierher bezügliche Beiträge, die jedoch von geringerer Bedeutung sind. Insbesondere mussten *Beck's* Abbildungen (die von einem sonst bekannten tüchtigen Zeichner, *F. Wagner*, in Stein gestochen sind) durch ihre — in der Natur niemals wieder erkennbare Schärfe und Form einzelner Theile (z. B. des Nervenzellen-Parenchyms, welches aus lauter in fast concentrischen Reihen um den Nucleus herum geordneten, kreisrunden kleinen Figuren, wie kleine Perlen gezeichnet ist) eher Verdacht gegen die Richtigkeit seiner Anschauungen erwecken, als das Gegentheil. Indessen die bald folgenden Arbeiten *Kölliker's* [64]), wodurch (1847) gezeigt wurde, dass auch im Rückenmark des Frosches von einzelnen Nervenzellen dunkelrandige Nervenfasern entspringen (wodurch wieder *Radclyffe Hall's* Meinung bestätigt wurde, der dies Verhältniss in den Centralorganen, nicht aber in den Ganglien gesehen haben wollte), deuteten immer mehr auf den Ursprung der Nervenfasern von den Nervenzellen, als auf ein allgemeines Gesetz im thierischen Organismus, sowohl in Ganglien wie in den Centren des Nervensystems hin. Die bald nachher veröffentlichten Untersuchungen von *Valentin* [65]), wodurch *Wagner's, Robin's* und *Bidder's* Angaben bestätigt wurden [66]), von *Axmann* (l. c. 1847), von *Schröder van der Kolk* [67]), von *Lieberkühn* (l. c. 1849) und von *Stannius*, der 1849 in seiner vortrefflichen

---

[53]) Ausser den bereits von *Kölliker* mitgetheilten positiven Erfahrungen hatten auch die Untersuchungen *Bidder's* und *Volkmann's* (die Selbstständigkeit des sympath. Nervensystems etc. 1842. Leipzig. 4.) das Entspringen von Nervenfasern in Ganglien — also auch von Ganglienzellen — sehr wahrscheinlich gemacht, indem sie *Remak's* Ansichten, die sie als nichtig darzustellen suchten, auf eine breite Basis stellten, s. u.; indess sie hatten nicht, wie *Remak*, positive Thatsachen des gesehenen Zusammenhangs von Fasern und Zellen zu ihrer Stütze. — Auch hatte ich selbst 1843 (über die Medulla oblongata) und mehr noch 1846 (über den Pons Varolii) darauf hingewiesen, dass die verschiedenen Nervenwurzeln aus den von mir als „Kerne" bezeichneten Haufen grosser Nervenzellen der Centralorgane entspringen. Wie sich aber die einzelne Primitivfaser zur einzelnen Nervenzelle verhielt, hatte ich damals noch nicht ermittelt. [54]) *Will*, in *Müller's* Archiv, 1844, p. 76 u. ff.

[55]) *Will*, l. c. p. 92. [56]) *Todd* and *Bowman*, Physiological anatomy and physiology of man. Vol. I. London 1845.

[57]) *Harless*, in: *Müller's* Archiv. 1846.

[58]) *R. Wagner*, Neue Untersuch. über den Bau und d. End. d. Nerv. etc. Leipzig 1847. Fol

[59]) *Robin*, Mémoire sur la structure des ganglions, in: l'Institut, 1847. No. 687—699; 1848. No. 733. Im Auszuge in *Froriep's* und *Schleide'ns* Notizen. II. Bd. p. 49 III. Bd. p. 312.

[60]) *Bidder*, Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Neue Beitr. etc. Leipz. 1847. 4.

[61]) *Hyrtl*, Lehrbuch d. Anat. Prag 1846. p. 121.

[62]) *Radclyffe Hall*, An experimental inquiry into the functions of the ophthalmic ganglion; in: Edinb. medical and surgical Journal. 1846. Octbr. p. 312.

[63]) *Beck*, Ueber die Verbindung der Sehnerven mit dem Nasen- und Augenknoten etc. Heidelberg 1847. mit Abb.

[64]) *Kölliker* u. *Siebold's* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. I Bd. l. c.

[65]) *Valentin*, Handbuch der Physiologie. 2. Aufl. II. Bd. 1847. p. 606. u. a. a. O.

[66]) Den Uebergang der Fortsätze bipolarer Nervenzellen in dunkelrandige Nervenfasern fand (1847) auch *Valentin* (Grundriss der Physiologie p. 600) an mehreren Wurzeln der Hirnnerven von Knochenfischen.

[67]) *Schröder v. d. Kolk* (Anteekeningen van het verhandelde in de Sectie voor Natuur- en Genees-Kunde van het provinciaal utrechtsch Genootschap. 26. Jun. 1848).

Arbeit [68]) gleichfalls die *Wagner-Bidder-Robin*'schen Befunde in weitester Ausdehnung bestätigte, brachten immer mehr Material zur Aufstellung jenes Gesetzes. Doch war wohl kaum eine Mittheilung bedeutender, als die *Rudolph Wagner's*, welcher 1850 (s. u.) mit *Leuckart* u. A. den Zusammenhang dunkelrandiger Nervenfasern in den grossen Nervenzellen im menschlichen Gehirn fand. Hierzu kamen seit 1851 zahlreiche und bedeutungsvolle Arbeiten, wie die von *Corti* [69]), von *Leydig* [70]), im Jahre 1852 von *Remak* [71]), von *Stannius* [72]), *Leydig* [73]), *Harless* [74]), *Corti* [75]), *Dobie* [76]) und *Schilling* [77]); im

---

[68]) *Stannius*, das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. 4.

[69]) Den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Nervenfasern fand *Corti* (recherches sur l'organe de l'ouie des mammifères; première partie, Limaçon; in: Zeitschrift für wissensch. Zool. v. *Siebold* u. *Kölliker*. 1851. Heft 2. p. 134) in der von ihm sogenannten habenula ganglionaris laminae spiralis cochleae. Ferner in der Retina (*Corti*, Beitr. z. Anat. d. Retina; *Müller's* Archiv. 1850. pag. 274. Taf. VI.) wo er fand, dass deren Fortsätze gabelförmig getheilt, schwach varicös und einfach contourirt, in die Fasern des N. opticus übergehen, welches letztere damals *Kölliker* nicht fand (*Kölliker*, mikr. Anat. II. p. 518), aber 1853 nachgab.

[70]) *Leydig* (a. a. O. 1853, u. auch) 1851 in den Hörnerven der Chimära (Anatomie der Chimära, in *Müller's* Archiv, 1851. Heft 3); in den Fasern der Antennen-Nerven bei Branchipus, in den (blassen) Hautnerven bei Carinaria.

[71]) *Remak* (structure de la rétine, 1852) hatte noch vor Publication der Beobachtungen *Corti's* der Berliner Akademie mitgetheilt, dass die multipolaren Ganglienzellen der macula lutea und der Innenfläche der Retina mit varicösen, längsstreifigen Axenschläuchen der Sehnerven in Verbindung stehen. S. auch *Henle*, in *Canstatt's* Jahresbericht., 1853. p. 48, und in den Pariser Comptes rendus. T. XXXVII. p. 663.

[72]) Die Nervenzellen in N. acusticus bei Menschen fand auch *Stannius* (Gött. Nachr. 17. 1853).

[73]) Den directen Zusammenhang doppeltcontourirter Nervenfasern mit den Fortsätzen multipolarer Nervenzellen fand auch *Leydig* im Gehirn der Rochen und Haie (Beiträge zur mikroskop. Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie, von Dr. *F. Leydig*. Leipzig 1852. 8. pag. 12). Er sagt von den grossen Nervenzellen des kleinen Gehirns bei Sphyrna, dass deren Ausläufer mit den als Axencylinder betrachteten Fasern dieses Organs völlig identisch seien, „und man wird geneigt, anzunehmen, dass die Axencylinder die Fortsetzung der Ausläufer der Ganglienkugeln seien. Einen solchen directen Zusammenhang habe ich aber mehrmals gesehen. Der Ausläufer einer Ganglienkugel (Tab. I. Fig. 8) setzte sich als Axencylinder fort, der nach längerem Verlauf, nachdem eine Fettscheide mit aufgetreten war, sich jetzt als doppeltcontourirte Nervenfibrille zeigte." Die von *Leydig* (Fig. 8) gegebene, nicht schematische Abbildung weist dieses Verhältniss so unzweideutig nach, dass — wollte man auch hier eine Täuschung voraussetzen — keine mikroskopische Anschauung irgend als werthvoll oder als unverdächtig betrachtet werden könnte.

Den unmittelbaren Zusammenhang dunkelrandiger Nervenfasern mit peripherischen Ganglienzellen bildet ebenfalls *Leydig* (Tab. I. Fig. 9) aus dem Ganglion Trigemini von Scymnus lichia, und (Tab. IV. Fig. 9) aus dem Ganglion Vagi ab und hatte solche am Acusticus auch früher beobachtet (*Müller's* Archiv, 1851; l. c. pag. 118), wie vor ihm *Stannius* (in den Göttinger gel. Anz. 1850. Nr. 16) in der Bahn des Acusticus bei Knochenfischen, Fröschen, am Huhn, Kaninchen, Schaaf Ganglienzellen nachgewiesen hatte. Ich selbst habe auch bei Menschen 1843—1846 eine bedeutende Anhäufung von grossen Nervenzellen unmittelbar neben der centralen Bahn des N. acusticus gefunden, und habe dieses in meiner Schrift über den Pons Varolii p. 162 beschrieben und Tab. I. u. II mz. abgebildet. Diese Beobachtung ist bis jetzt unberücksichtigt geblieben. Ich sagte l. c.: „An der Stelle, wo der Nervus acusticus in den Pons eintritt, zeigt derselbe eine Anschwellung, z, herbeigeführt durch eine grosse Anzahl mittlerer und grosser Nervenkörper, welche sich zwischen die äusseren Hörnervenwurzeln dieser Stelle einlagern. Ihre grösste Menge ist in der mit mz bezeichneten Stelle; indess finden sie sich auch weiter nach hinten, zwischen den einzelnen Faserbündeln, in grösserer oder geringerer Menge eingelagert. Diese Masse von Spinalkörpern giebt dem Hörnerv an dieser Stelle den Anschein einer gangliösen Anschwellung, und dem Beschauer leicht die Idee, dass an dem Hörnerv eine Wiederholung des Baues der hinteren Spinal-Nervenwurzeln, die Bildung eines Ganglion sichtbar sei, während die andere Wurzel, nu, als die vordere, sich an das Ganglion anlege . . .; die in höheren Schichten zunächst gelegenen centralen Hör-Nervenwurzeln bieten das Auffallende, dass sie mit grossen Spinalkörpern in Berührung stehen, analog den vordern Nervenwurzeln des Rückenmarks. Bei'm Kalbe sind die Spinalkörper der centralen Hör-Nervenwurzeln die grössten, welche mir bei diesem Thier zu Gesicht gekommen sind."

[74]) Dass von einer Nervenzelle an einer Seite eine dunkelcontourirte breite Faser abgeht, am entgegengesetzten Pole aber eine marklose feinere Faser entspringt, sah *Harless* (*R. Wagner*, Handwörterbuch, IV. p 399, „Hören"), und bildet solches ab, skizzirt, Tab. II. Fig. 3.

[75]) Den Zusammenhang der Nervenzellen mit Nervenfasern sahen viele Beobachter, ausser den genannten; so *Corti* in der Ausbreitung der Gehörnerven auf der Lamina spiralis der Säugethiere (Habenula ganglionaris *Corti*) 1852; *Harless* in den Ampullen des Hechts; *Pappenheim* im Ramus cochlearis acustici; *Stannius* in Spinalganglien und im Stamme des Acusticus, im N. cochleae und vestibuli.

[76]) Den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Nervenfasern beobachtete an Rochen *Dobie* (Edinb. monthly Journ. 1852. March. p. 281.

[77]) *Schilling*, de medullae spinalis textura etc. Dorpat 1852. 8. mit 2 Taf. Abb.

Jahre 1853 die Arbeiten von *Kölliker* und *Müller* [78]), *R. Wagner* [79]), *Vintschgau* [80]) und *Corti* [81]); im folgenden Jahre 1854 die Arbeiten *Kölliker's* [82]), *Schröder van der Kolk's* [83]) und die von *Bilharz* [84]); ferner die von *Remak* [85]), von *Leydig* [86]), von *Owsjannikow* [87]), von *Kupffer* [88]), und endlich die von *Metzler* [89]).

---

[78]) *Kölliker* und *Müller* (1853, Note sur la structure de la rétine humaine. Comptes rendus. T. XXXVII. 26. Sept.), in der Retina des Menschen. *Todd* und *Bowman* (physiological anatomy and physiology of man. Vol. I. Lond. 1845) sahen Fortsätze der Nervenzellen nach mehrfacher Verästelung in sehr durchsichtige Fasern übergehen. Dasselbe sah *Radclyffe Hall;* überdiess bemerkten sie, dass diese Fasern varicös seien, ähnlich *Corti* u. A. (inquiry into the functions of the ophthalmic ganglion etc. in Edinb. med. and surg. Journ. 1846. p. 312), und betrachteten solches als Beweis des Uebergangs der Nervenzellen-Fortsätze in Nervenfasern.

[79]) *R. Wagner* (Gött. Nachr. 1853. 6.; Neurol. Unters. 1854) fand auch den Uebergang von Nervenzellen-Fortsätzen in Nervenfasern in den Gehörnerven von Fischen; im Vestibulum der Fische und Vögel hatte *W.* einmal eine Ganglienzelle auf einer Nervenfaser wie eine »Birne auf dem Stiele« aufsitzend gesehen.

[80]) *de Vintschgau*, in der Retina (Sitzungsberichte der Wien. Akad. 1853. Decbr. Richerche sulla struttura microscopica della retina); stimmt gleichfalls für den Zusammenhang der Opticus-Fasern mit Nervenzellen der Retina, wie *Kölliker*, *Müller*, *Remak* und *Corti*. *Vintschgau* (l. c. p. 953) sagt über die Verbindung der Nervenzellen-Fortsätze mit den Opticus-Fasern in der menschlichen Retina: „Riguardo all' unione delle cellule nervee colle fibre ottiehe, la quale venne già supposta dal Marchese *Corti* et da *H. Müller*, non posso dir' altro per confermare questa mia asserzione che vidi di sovente partire dalle cellule dei processi assai lunghi, i quali presentavano quà e là delle chiare varicosità." Eben so deutlich sah es *Vintschgau* bei Vögeln (p. 961) u. s. w.

[81]) Den Zusammenhang der Nervenfasern mit Nervenzellen oder den Beweis, dass wirkliche Nervenfasern, zum Theil varicöse, von den Nervenzellen entspringen, fand *Corti* in der Retina des Elephanten (*Siebold* u. *Kölliker's* Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. pag. 92. 1853. Taf. V. Fig. 2. 3). *Kölliker* bemerkt hierzu, p. 93: „Diesen wichtigen Beobachtungen von *Corti* zufolge stehe ich nicht im Geringsten an, es als bewiesen anzunehmen, dass ein Theil der Opticus-Fasern der Retina mit den Nervenzellen derselben verbunden sind."

[82]) *Kölliker*, in dem Nervus cochleae (Gratulationsschreiben an *Tiedemann*. Würzburg. 1854. 4).

[83]) *Schröder van der Kolk*, Anatomisch physiologisch Onderzoek over het fijnere Zamenstel en de Werking van het Ruggemerg. Amsterdam 1854. m. 3 Taf. Abb.

[84]) *Bilharz* entdeckte den von *Ecker* vermutheten Zusammenhang der colossalen Nervenfaser des electr. Organs des Zitterwelses mit der einen colossalen Nervenzelle im Rückenmarke (Freiburger Berichte. 1854. Nr. 2, 5).

[85]) Die Identität von Nervenzellen-Fortsätzen mit Nervenfasern spricht *Remak* (Deutsche Clinik. 1854. Nr. 16) aus, indem er sagt, dass verästelte Fortsätze von Ganglienzellen an der Innenfläche der Retina die Eigenschaften von Nervenfasern haben.

[86]) Den Uebergang der Nervenzellen-Fortsätze in dunkelrandige Nervenfasern fand auch *Leydig* bei Räderthieren (*Leydig*, Räderthiere. 1854. p. 106).

[87]) *Owsjannikow*, Diss. de medull. spinal. in piscibus etc. Dorpat 1854.

[88]) *Kupffer*, de medull. spinal. textura in ranis. Dorpat 1854.

[89]) *Metzler*, de medullae avium textura. Dorpat 1855. — Allen diesen im Vorhergehenden bezeichneten Arbeiten über den positiven Zusammenhang der Nervenfasern mit den Nervenzellen waren Vermuthungen, dass ein solcher Statt finde, vorausgegangen und häufig genug ausgedrückt worden. Grössere Wahrscheinlichkeit begann erst mit den bekannten Arbeiten von *Retzius* und *Joh. Müller*.

Dass die Ganglien Multiplicationsorgane für Nervenfasern sind, zeigte nämlich *Johannes Müller* (Physiologie, 1834. Bd. 1. p. 590) an der hinteren Wurzel des Nervus hypoglossus des Ochsen; dieser Nerv ist gleich nach seinem Durchtritt durch das Ganglion auffallend stärker geworden. Von den Ganglien des Sympathicus behauptete *Joh. Müller* (ibid. p. 591) ein Gleiches. Auf den mikroskopischen Beweis führte *Remak* hin. Er war nämlich der Erste, welcher 1836 durch das Mikroskop feststellte (*Müller's* Archiv, 1836. p. 146), „dass bei den Fröschen im Ramus communicans sowohl von den Spinalnerven ein Nervenstrang zu dem N. Sympathicus, als auch einer von diesem zu jenen hinläuft." *Bidder* und *Volkmann* nehmen von dieser Arbeit *Remak's* keine Notiz, obwohl sie dieselbe gekannt haben müssen, wie das aus einer Stelle ihrer Schrift (l. c. p. 30, dem Schlusse des §. 25) hervorleuchtet. Sie gehen eben rasch über *Remak's* Angaben hinweg, indem sie solche, wie die organischen Fasern *Remak's*, als nicht zuverlässig bezeichnen, — jedoch ohne Gründe für ihren Ausspruch beizubringen. Während nämlich *Bidder* und *Volkmann* läugneten (l. c. 1. Abschnitt) dass die von *Remak* beschriebenen organischen Fasern zum Nervensystem gehörten, behaupteten sie, dass die von *Purkinje*, *Rosenthal* und *Pappenheim* beschriebenen Fasern keineswegs mit *Remak's* Fasern identisch, sondern in der That sympathische Nervenfasern wären. Sie behaupten aber dieses ohne Gründe; denn dass *Rosenthal* und *Purkinje* (Diss. de form. granul. 1839) sich ausdrücklich gegen die Deutung der *Remak*schen Fasern, als nervöser, ausgesprochen hätten, wie *Bidder* und *Volkmann* sagen, ist durch die Stelle *Purkinje's* und *Rosenthal's* widerlegt, die da lautet: »Jam si hanc descriptionem nodulorum et corpusculorum nerveorum organicorum cum granulosa formatione in musculis, vasis, membranis, descripta comparamus, concedamus opus est, *Remakium* hic nervorum granulosam formationem delineavisse.« Hieraus geht genügend hervor, dass *Purkinje* u. *Rosenthal* die von *Remak* beschriebenen Gebilde als ächte nervöse ansehen. Noch klarer erhellt dieses aus einer Mittheilung *Remak's* in *Canstatt's* Jahresb. üb. d. Fortschritte d. gesammten Medicin, 1842. 3. Heft, Physiologie, p. 32. Note, nach welcher *Purkinje* erst bei *Remak* selbst die erste Kenntniss der organischen Fasern erlangt, und nachher an diese seine späteren Untersuchungen mit *Rosenthal* geknüpft hat.

Durch alle diese Beobachtungen war, so schien es, ein genügendes Material zusammengebracht, um den Schluss darauf zu gründen, dass überall, im centralen wie im peripherischen Nervensystem, die Nerven-Primitivfasern mit den Nervenzellen in unmittelbarem Zusammenhange stehen oder von denselben entspringen; ein Schluss, durch welchen die frühere Ansicht *Valentin's* von dem Verhältniss der Nervenfasern zu den Nervenzellen völlig umgekehrt wurde, dergestalt, dass schon *Lieberkühn* [90]) den Ausspruch that: „in gangliis spinalibus fibras transeuntes ita, ut cum cellulis non cohaereant, non invenimus." Indessen ist unsere heutige Wissenschaft noch weit davon entfernt, das oben von mir angedeutete Verhalten der Nervenzellen zu den Nervenfasern als ein allgemein gültiges Gesetz für die peripherischen wie für die centralen Theile des Nervensystems zuzulassen. Hauptsächlich sind es die Fortsätze der multipolaren Nervenzellen der Centralorgane, gegen welche sich die stärksten Zweifel richten, und über deren Bedeutung die schärfsten Widersprüche noch ungeschlichtet sind. Ich stelle daher die Meinungen zweier der bedeutendsten Forscher in diesem Gebiete einander gegenüber, um die Widersprüche derselben, in Bezug auf das Verhalten der Fortsätze der centralen Nervenzellen (da über den Zusammenhang der peripherischen Nervenzellen mit Primitivfasern bei diesen Forschern kein Zweifel vorliegt), zu beleuchten und von hier aus der Entscheidung der Streitfrage etwas näher zu kommen. Es sind dieses die Ansichten *Rudolph Wagner's* und *Kölliker's*.

Nachdem *R. Wagner* an allen Spinalganglien des Rochens und Zitterrochens (Spinalganglien, Gangl. vagi, Gasseri etc.) gefunden hatte [91]), dass „eine jede Primitivfaser in der Nervenwurzel aus den Centraltheilen (Gehirn und Rückenmark) an eine Ganglienzelle tritt", — und *Wagner* es sogar für zweifelhaft hielt, ob es in den Ganglien Primitivfasern gebe, die nicht eine Verbindung mit einer Ganglienzelle eingehen, — behauptete derselbe: „Jede Ganglienzelle, die eine Primitivfaser, vom Centrum kommend, aufgenommen hat, giebt nach der Peripherie wieder eine Faser an ihrem entgegengesetzten Ende ab." *Rudolph Wagner* stellte diese Behauptungen im Jahre 1847 auf, und fügte ausdrücklich noch hinzu: „Das Mark mit der doppelten Contour lässt sich zuweilen bis in die Zelle hinein verfolgen." Ferner: „Von den Ganglienzellen entspringen bald breite, bald schmale Fasern," p. 4.

Wagner vermuthete damals ein gleiches Verhältniss bei Wirbelthieren und bei Menschen, und bestätigte solches durch spätere Untersuchungen [92]) nicht blos an allen Cerebrospinalganglien, sondern auch an den Ganglien des Sympathicus, wo er „an jeder Ganglienkugel eine eintretende und austretende Faser" fand.

Von dem Verhältniss in den Centraltheilen sagte *Wagner:* „.... es entspringen höchst wahrscheinlich von jedem der grossen Ganglienkörper immer mehr als zwei Primitivfasern"; doch vermuthet dieses *W.* nur, weil die Erkenntniss dieser Verhältnisse in den Centraltheilen (Lobus electricus cerebri des Zitterrochens) zu schwierig ist. Die Wahrscheinlichkeit dieses Verhaltens spricht *W.* ein Jahr später [93]) noch bestimmter aus; eben so 1850 [94]), obwohl es ihm bis dahin kein Mal gelungen war, den wirklichen Zusammenhang der betreffenden Fortsätze grosser Nervenkörper mit einer doppelt contourirten Nervenfibrille nachzuweisen.

Auch bekämpften *Bidder* und *Volkmann* die andere von *Remak* ausgesprochene Ansicht, dass die Nervenfasern von den Ganglienkugeln entspringen, jedoch ebenfalls ohne Gründe. *Remak* hatte überhaupt (1838. observ. anat. p. 10. 11.) bereits die wichtigsten Aussprüche gethan, welche auch *Bidder* und *Volkmann* als das Resultat ihrer Arbeiten hinstellen; z. B. dass die feinen (organischen) Fasern den grösseren Theil der sympathischen Nerven bilden, dass die sympathischen Ganglien für wahre Centralorgane des sympathischen Nervensystems anzusehen sind, dass auch die Spinalganglien zum organischen Nervensystem gehören, dass die hinteren Nervenwurzeln sich hauptsächlich in die Haut begeben, wo die Zahl der organischen Fasern grösser ist als in den Muskelnerven u. s. w.

[90]) *Lieberkühn*, l. c. p. 11.

[91]) *R. Wagner*, Untersuchungen über die Elemente der Nervensubstanz. Der kgl. Gesellsch. d. Wiss. vorgelegt 1847. Neurol. Untersuchungen 1844. p. 3.

[92]) *R. Wagner*, l. c. p. 6. 7. [93]) *R. Wagner*, 1848. Neurolog. Untersuchungen p. 23. [94]) *R. Wagner*, ibid. p. 50.

In einer späteren Zeit dieses Jahres (1850) fand aber *Leuckart* auf dem Boden der vierten Hirnhöhle einer 70jährigen Frau „mehrere Stellen, wo ein Uebergang von diesen Fortsätzen in ächte Primitivfasern, so wie eine Verbindung einzelner Ganglienkörper unter einander entschieden Statt zu finden schien.“ Auch gelang es später *R. Wagner*, bei einer gemeinsamen Untersuchung mit *Leuckart*, „den bisher vergeblich gesuchten positiven Beweis eines Zusammenhangs zwischen vielstrahligen Zellen und ächten Primitivfasern zu liefern. Ein den Durchmesser der ansehnlichen Zelle um das Vierfache an Länge übertreffender, von ihr ausgehender Fortsatz trat wirklich als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppelt contourirte Hirnfibrille ein.“ [95])

Demnach hielt *Wagner* damals diese Frage für entschieden. Die früheren Beobachter, *Purkinje*, *Remak*, *Hannover*, *Todd* und *Bowman* kannten (nach *Wagner's* Ansicht) die Fortsätze der Nervenkörper, nicht aber deren Zusammenhang mit den Nervenfasern; auch nicht *Kölliker* [96]) und nicht *Valentin* [97]).

Noch mehr zur unbestreitbaren Thatsache, dass Fortsätze der multipolaren Nervenkörper der Centralorgane in Nervenfasern übergehen, erhoben es die Resultate von *Wagner's* Untersuchungen, die er im Jahre 1851 anstellte [98]). Er sagt von den Fortsätzen der im electrischen Gehirnlappen des Zitterrochens befindlichen Ganglienkörper: „Nach der Peripherie gehen von diesen Ganglienkörpern Fortsätze ab, welche von doppelter Art sind. Einzelne dieser Fortsätze sind nicht ramificirt, und gehen unmittelbar in gemeine doppelt contourirte Nervenfasern über, deren Axencylinder sie bilden. Allerdings fehlt die doppelt contourirte Rindenschicht sehr häufig, weil sie höchst lose mit den Axencylindern verbunden ist, und die Mehrzahl dieser Fortsätze entbehrt der Rindenschicht stets. Aber wir haben mit aller nur möglichen Bestimmtheit grössere oder kleinere Fragmente dieser Rindenschicht an einzelnen Fortsätzen, bald dicht an ihrem Ursprunge, bald in ihrem weiteren Verlaufe gesehen. In der Regel entspringt von je einem Ganglienkörper eine, selten scheinen zwei ächte Nervenfibrillen zu entspringen. Die übrigen Fortsätze verbinden die einzelnen Ganglienzellen untereinander.“ Bei Menschen und höheren Wirbelthieren ist es *Wagner* seltener gelungen, die ungetheilten Fortsätze der Ganglienkörper in breite Primitivfasern übergehen zu sehen; häufiger gelang es ihm, den Uebergang in feinere Fasern zu zeigen [99]). Aber das thut nichts zur Sache; das Factum steht für *Wagner* fest, dass die Fortsätze der Ganglienkörper in Nervenfasern auch der breitesten Gattung übergehen.

Dass die Fortsätze der Ganglienzellen oft 1—2 Millim. weit verlaufen, bis sie in doppelt contourirte Primitivfasern übergehen (während die die Ganglienzellen untereinander verbindenden kürzer sind), bemerkt *Wagner* 1854 [100]).

„Im Allgemeinen — sagt *Wagner* — gehen nur die feinen und feinsten Fibrillen in die Fortsätze der Ganglienzellen über, indem sich die doppelten Contouren der Markhülle bis zum Verschwinden aneinander legen, wo dann der Axencylinder sich in den Ganglienzellenfortsatz metamorphosirt. Beide zeigen eine dem geübten Auge erkennbare histologische Verschiedenheit.“

Es ist also nach *Wagner* anzunehmen, dass die Fortsätze der Ganglienzellen an den verschiedensten Stellen ihres Verlaufs und der Entfernung von den Ganglienzellen in Nervenfasern übergehen können, und zwar:

1) näher oder ferner von der Ganglienzelle, ohne dass eine Bifurcation des Fortsatzes Statt gefunden hat; alsdann den Axencylinder einer Nervenfaser breitester Gattung bildend;

2) nach der ersten dichotomischen Theilung; hier bildet der Fortsatz also die beiden Axencylinder von zwei mittelfeinen Fasern;

---

[95]) *R. Wagner*, l. c. p. 51. [96]) Dessen Zeitschr. I. 143. [97]) *Valentin*. Physiol. II. Abth. 2. p. 701.

[98]) *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen. l. c. p. 111. 112.

[99]) *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen. 1854. p. 162. Anmerk. [100]) *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen, p. 162.

3) nach der zweiten und dritten oder vierten Theilung, wo also die Aeste als Axencylinder feiner und feinster Fasern auftreten.

Wagner bildete diese Verhältnisse der Nervenzellenfortsätze zu den dunkelrandigen Primitivfasern in den Centralorganen ab in seinen Icones physiologicae (2. Auflage von *Ecker*) Tab. XIV. Fig. III, a, b, Fig. VI, A, E, D, Fig. VII, A, B, C, D, Fig. VIII, c; auch in seinen „neurologischen Untersuchungen," 1854. Tab. I. Fig. 5. etc. Hiernach betrachtet *Wagner* die Frage über den Ursprung dunkelrandiger Nervenfasern von den grossen Nervenzellen auch in den Centralorganen als entschieden.

Gehen wir nun über zu den Ansichten *Kölliker's*. Den Zusammenhang der Nervenröhren und der Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks des Menschen und der Säugethiere läugnete *Kölliker* ganz entschieden noch im Jahre 1850. Er sagt [1]) von den centralen Bahnen vorderer Nervenwurzeln innerhalb der grauen Vorderstränge: „... sie treten durch die innere Gruppe der grossen vielstrahligen Nervenzellen hindurch, jedoch als ganz compacte Bündel und ohne mit den Fortsätzen der Zellen irgendwie zusammenzuhängen, wie sich dies bei stärkeren Vergrösserungen sehr leicht ergiebt, welche die einzelnen Nervenfasern durch diese Zellen hindurch zu verfolgen erlauben." Mit denselben Worten sagt *Kölliker* ein Gleiches in seiner Gewebelehre, 1. Aufl. 1852. p. 279; eben so in der 2. Auflage p. 295. 296.

Auch diejenige Abtheilung der centralen Bahn vorderer Nervenwurzeln, welche durch die „äussere Gruppe der vielstrahligen Nervenzellen" in der Nähe der Seitenstränge durch die grauen Vorderhörner zieht, steht, nach *Kölliker*, nicht mit Nervenzellen in Verbindung. Er sagt [2]): „Auch hier kann ich, nach Allem was ich sah, keinen directen Zusammenhang zwischen Zellen und Fasern statuiren, denn man sieht häufig genug ganze Bündel und einzelne Fasern in ihrem ganzen Verlaufe durch die Zellen bis zum Eintritt in die Seitenstränge. Das letztere ist nicht in allen Schnitten und überhaupt nicht leicht zu sehen, weil die Fasern mehr vereinzelt, seltener in kleineren Bündeln zwischen die longitudinalen Fasern eingehen."

In seiner „Gewebelehre" 1. Aufl. p. 279, hat *Kölliker* die letzten Sätze weggelassen, und sagt blos von den betreffenden Fasern: „.... sie wenden sich aber schliesslich nach der vorderen Hälfte der Seitenstränge zu, wo sie durch die äussere Gruppe der grossen vielstrahligen Nervenzellen der Vorderhörner hindurchsetzen und dann in horizontalem Verlaufe in die Seitenstränge eindringen." Eben so äussert sich *Kölliker* in der 2. Aufl. seiner Gewebelehre, p. 296. 1854.

Auch von den centralen Bahnen der hinteren Nervenwurzeln behauptet *Kölliker* ein Gleiches, wie von denen der vorderen. Er sagt [3]): „Die hinteren Nervenwurzeln treten .... durch die longitudinalen Fasern der weissen Substanz bis zu den hinteren Hörnern. Hier lösen sie sich in einzelne ... Bündel und setzen, jedes für sich, geraden Weges und ohne mit Nervenzellen irgend welche directe Verbindung einzugehen, durch die Substantia gelatinosa hindurch in die Substantia spongiosa (grisea) hinein." Dasselbe sagt *Kölliker* in seiner Gewebelehre, 1. Aufl. p. 280. 2. Aufl. 1854. p. 297.

Fernerhin [4]) sagt *Kölliker*: „Schon *Remak* hat nach dem Zusammenhang der vielstrahligen Zellen der grauen Substanz mit Nervenröhren gesucht, doch ohne Erfolg. Auch mir ist es nicht besser ergangen, obschon ich die Fortsätze häufig bis auf $^1/_{10}'''$ weit, ja selbst in günstigen Fällen auf $^1/_4'''$ von ihrer Zelle weg verfolgte. In der neuesten Zeit giebt *R. Wagner* [5]) an, dass Dr. *Leuckart* in der Substantia ferruginea des Menschen, deren vielstrahlige Nervenzellen in allem Wesentlichen mit denen des Marks übereinstimmen, mehrere Stellen fand, in denen ein Uebergang der Fortsätze in

---

[1]) *Kölliker*, mikroskop. Anatomie p. 418. [2]) *Kölliker*, Mikroskop. Anat. p. 419.
[3]) *Kölliker*, Mikroskop. Anat. p. 420. [4]) *Kölliker*, Mikroskop. Anat. p. 425.
[5]) *R. Wagner*, in: Götting. Anz. 1850. Nr. 43.

ächte Primitivfasern, so wie eine Verbindung einzelner Nervenzellen untereinander entschieden Statt zu finden schien, und dass er später auch selbst dieses zu bestätigen Gelegenheit hatte, indem ein den Durchmesser einer Nervenzelle um das Vierfache an Länge übertreffender, von ihr ausgehender Fortsatz wirklich als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppelt contourirte Hirnfibrille eintrat. Wäre dem so, so dürfte man, bei der grossen Aehnlichkeit der fraglichen Zellen mit den grossen vielstrahligen des Marks, es nicht für unwahrscheinlich halten, dass auch bei diesen etwas Aehnliches sich findet, allein ich muss gestehen, dass *Wagner's* Angaben für mich nichts weniger als überzeugend sind. Erstens habe ich, so viel ich auch Nervenzellen mit Fortsätzen in den grossen Centralorganen des Menschen erforschte, immer und ohne Ausnahme gefunden, dass die Fortsätze derselben unter vielfacher Theilung und Verschmälerung schliesslich in ganz feine und blasse Fäden auslaufen, und es kann daher, meiner Meinung nach, wenn ein Uebergang dieser Fortsätze in Nervenröhren wirklich existirt, nur von einem solchen in die allerfeinsten blassen Röhren der grauen Substanz von weniger als 0,001''' die Rede sein. Zweitens halte ich es für unmöglich, dass ein Fortsatz einer centralen Nervenzelle als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppelt contourirte Nervenfaser übergehe, wie *R. Wagner* es gesehen zu haben glaubt. Niemand wird daran zweifeln, dass gerade wie die Nervenfasern, so auch die centralen Nervenzellen den peripherischen Zellen in den Ganglien und sonst, und die Fortsätze derselben auch den blassen Fortsätzen der Zellen der Ganglien entsprechen. Wenn aber dem so ist, so kann ein Fortsatz einer Nervenzelle der Centralorgane, nicht anders als in den Ganglien, nur in die Totalität einer Nervenfaser übergehen. Hieraus schliesse ich, dass, wenn *Wagner*, was ich nicht im Geringsten bezweifle, einen vermeintlichen Fortsatz in eine dunkelrandige Nervenröhre eintreten sah, dies eben ein Axencylinder und kein Fortsatz einer Zelle war, da ich keine Fortsätze kenne, die auf so lange Strecken unverästelt bleiben. Diese meine Bedenken, wenn auch sicherlich nicht für Jedermann hinreichend, um *Wagner's* Angaben als nicht begründet erscheinen zu lassen, sind doch sicherlich genügend, um denselben den Schein apodictischer Gewissheit, mit der sie gegeben wurden, zu benehmen, und Diejenigen, die Nervenfaser-Ursprünge von den Zellen des Markes anzunehmen geneigt sind, eines Grundes der Analogie zu berauben. Trotz dieser Verhältnisse bin ich nicht gemeint, das Entspringen von Fasern im Mark zu läugnen, ich halte dasselbe sogar für sehr wahrscheinlich, nur konnte ich eben nicht verschweigen, dass keine directe Thatsache für dasselbe zeugt. Wenn das Mark eigenthümliche Fasern in seiner grauen Substanz enthält, woran kaum zu zweifeln ist, so möchte es auch sicher sein, dass dieselben von den Nervenzellen desselben herkommen. Kennen wir doch diesen Ursprungs-Modus für die Ganglien mit Sicherheit, während wir von einem anderen Entstehen von Nervenfasern durchaus nichts wissen, und muss daher die Behauptung eines solchen Ursprungs für den gesetzten Fall für so lange als die wahrscheinlichste erscheinen, als nicht etwas Anderes direct nachgewiesen ist. Welche Nervenzellen mit Nervenröhren in Verbindung stehen, kann bei dem Dunkel, das diese Frage einhüllt, natürlich nicht angegeben werden. Nur das will ich bemerken, dass, wenn ein solcher vorkommt, derselbe auf jeden Fall bei den Zellen der Substantia gelatinosa und denen der vorderen Hörner anzunehmen wäre. Hiermit wäre nicht gesagt, dass alle Zellen der Hörner in dieser Weise sich verhalten müssen, obschon dieselben allerdings alle Fortsätze besitzen; denn es steht der Annahme, dass dieselben auch ganz für sich bestehen, nicht das Geringste entgegen, wie dies denn auch in der That bei denen des grauen Centralkerns der Fall zu sein scheint, da dieselben von fast keinen Nervenröhren durchzogen sind, und auch in's Filum terminale übergehen. Die Aehnlichkeit der Fortsätze der Zellen mit Axencylindern ist in dieser Frage keineswegs maassgebend, denn es finden sich eben doch fast ohne Ausnahme deutliche, wenn auch feinere Verschiedenheiten zwischen diesen beiden Gebilden, indem die Fortsätze selten ganz homogen und überall gleich dick erscheinen, wie die Axencylinder meist [„ohne Ausnahme“ ist doch nicht ohne Ausnahme; „selten“ und „meist“ widerspricht]; wenn aber auch scheinbar eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen Axenfasern und

Fortsätzen der Zellen bestände, so würde dies immer noch nicht den Zusammenhang beider beweisen, indem die Fortsätze ja auch für sich auslaufen könnten [Letzteres ist also *Kölliker's* eigentliche Ansicht von den Fortsätzen!]. Ich für mich finde die grösste Verwandtschaft zwischen den feinsten blassen, nicht mehr dunklen Nervenröhren von 0,0004 — 0,001 ''', wie sie peripherisch (in der Retina besonders) und central vorkommen, und den feinsten der fraglichen Fortsätze, und bin der Ansicht, dass, wenn die Fortsätze mit Nervenröhren zusammenhängen, dies nur bei den feinsten und nur mit solchen Röhren der Fall sein kann."

So sagt *Kölliker* 1850 in seiner mikroskopischen Anatomie, p. 425. 426. 427; obgleich er ibid. p. 429 sagt: „Noch erwähne ich, dass ich im Marke der Frösche den Ursprung dunkelrandiger feiner Fasern von den Fortsätzen von Nervenzellen beobachtet zu haben glaube [6])." An einer späteren Stelle seiner mikroskopischen Anatomie, p. 481, kommt *Kölliker* noch einmal auf diese Frage zurück, und sagt: „Wie die Nervenfasern im Gehirne und anderwärts (also auch im Rückenmarke) entspringen, ist, wie wir sahen, nicht zu beobachten, doch zweifle ich für mich nicht daran, dass ersteres analog wie in den Ganglien sein wird, so dass Nervenzellen, und vor Allem kleinere, mit ihren Fortsätzen in anfangs blasse feinste Fasern sich fortsetzen, die später markhaltig werden ... Ein Ursprung von Nervenfasern ohne Zusammenhang mit Zellen wäre gegen alle Analogie, doch muss man in einem so dunklen Gebiete auf manches Neue gefasst sein, und keine Möglichkeit von vorne herein ganz verwerfen." Hiermit fällt sogar, streng genommen, *Kölliker's* ganze Argumentation gegen *Wagner's* Angaben. In der That scheint das auch *Kölliker* zwei Jahre später selbst zuzugeben. In seiner Gewebelehre, 1. Aufl. p. 302, sagt er: „Den Ursprung der Nervenfasern im Gehirn und den höheren Centraltheilen überhaupt anlangend, so habe ich schon vor mehreren Jahren den Ursprung dunkelrandiger feiner Fasern von den Fortsätzen der Nervenzellen des Rückenmarks der Frösche beobachtet [7]). Bei'm Menschen hat es mir bisher nicht gelingen wollen, etwas der Art mit Bestimmtheit zu sehen, doch zweifle ich für mich nicht daran, dass auch hier ähnliche Verhältnisse sich finden. In der That wollen *R. Wagner* und *Leuckart* bei'm Menschen einen Uebergang der Fortsätze der vielstrahligen Zellen der Substantia ferruginea in Nervenröhren gesehen haben [8]), eben so Prof. *Domrich,* wie er mir brieflich mittheilte, in der Rinde des Cerebellum. Dann hat *Rudolph Wagner* neulich [9]) auch in den electrischen Lappen der Zitterroehen gefunden, dass von den vielstrahligen Ganglienkörpern ein, seltener zwei nicht ramificirte Fortsätze in dunkelrandige Fasern übergehen. *Wagner* stellt diesen Uebergang auch jetzt, wie früher, so dar, dass er sagt: die Fortsätze hätten sich als Axencylinder in die dunkelrandigen Röhren fortgesetzt, worin ihm *Leydig,* der denselben Uebergang im Cerebellum des Hammerhaies sah, beistimmt, eben so *Stannius* für Petromyzon. Mir will es immer noch nicht recht einleuchten, dass hier ein anderes Verhältniss sich finden soll, als in den Ganglien, wo die Fortsätze der Ganglienkugeln nicht einfach Axencylinder sind, sondern auch eine Hülle besitzen, die, aussen am Nervenmark gelegen, in die Scheide der dunkelrandigen Röhre sich fortsetzt; doch will ich, weil überhaupt die Anwesenheit von Hüllen an den Nervenkörpern der Centralorgane und ihrer Fortsätze und an den feinen centralen Fasern noch streitig ist, gerne zugeben, dass die Sache sich auch anders verhalten kann. Durch diese Untersuchungen ist die Bahn gebrochen, und zweifle ich, wie ich es schon in meiner Mikr. Anat. ausgesprochen, nicht daran, dass es mit der Zeit gelingen wird, noch an manchen andern Orten in den Centraltheilen von Menschen und Thieren den Ursprung dunkelrandiger Röhren nachzuweisen. Auf der andern Seite muss ich jedoch, gestützt auf vielfache Untersuchung des menschlichen Hirns, behaupten, dass es höchst wahrscheinlich an sehr vielen Orten gänzlich unmöglich sein wird, Faserursprünge von Nervenzellen nachzuweisen, indem sehr viele Nervenröhren, namentlich

---

[6]) *Kölliker*, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. I. 144. [7]) *Kölliker*, Zeitschr. f. w. Zool. I. 144. Tab. XI. Fig. 7.
[8]) *R. Wagner*, in: Gött. Anz. 1850. Nr. 43. [9]) *R. Wagner*, Gött. Nachr. Oct. 1851.

die der Rinde des Cerebellum und Cerebrum, schliesslich so blass und dünn werden, dass sie von den Nervenzellen-Fortsätzen nicht mehr zu unterscheiden sind.“

Im Ganzen genommen die nämlichen Ansichten vertheidigt *Kölliker* auch noch 2 Jahre später, 1854, wo er (Gewebelehre, 2. Aufl. p. 302) sagt: „Grosse Differenzen ergeben sich .... mit Hinsicht auf das Verhalten der Zellen (der grauen Substanz) zu den Nervenfasern. Während ich behaupte, dass die grosse Mehrzahl der Nervenröhren der Wurzeln durch die graue Substanz nur hindurchsetzen und dann in die weisse Substanz übergehen, will *Schilling* gesehen haben, dass Fortsätze der Nervenzellen sowohl in Nervenfasern der motorischen Wurzeln, als in solche der Marksubstanz übergehen, und behauptet *Bidder* (Gött. Nachr. 1854. p. 34), dass alle Wurzelfasern von den Nervenzellen entspringen und fast alle longitudinalen Fasern der weissen Substanz an denselben enden. Ausserdem nimmt *Wagner*, wie schon früher *Schröder van der Kolk* und neulich *Remak*, an, dass die nicht in Nervenröhren übergehenden Fortsätze der Nervenzellen alle zur Anastomosenbildung zwischen den verschiedenen Zellen dienen, so dass mithin gar keine freien Ausläufer von solchen sich finden, wie sie bisher allgemein statuirt worden sind. Fragt man nach der thatsächlichen Basis für diese Sätze, so ergeben sich die wenigen Fälle von Nervenursprüngen von Nervenzellen, die *Schilling* gefunden haben will, als wenig beweisend, indem wenigstens seine Abbildung (Taf. II. Fig. 5) durchaus nicht erkennen lässt, ob er einen Fortsatz einer Zelle oder eine Nervenröhre vor sich hatte, und auch der Umstand Bedenken erregt, dass der Fortsatz der Zellen ungetheilt und nach kurzem Verlaufe zu einer Nervenröhre geworden sein soll, während doch namentlich durch mich und auch *Wagner* bekannt ist, dass diese Fortsätze bis in's Feinste sich verästeln. Dass *Schilling* diese Fortsätze (p. 39) nur interdum ramificati nennt, möchte überdies beweisen, dass er denselben nicht besonders eifrig nachgegangen ist. Während bei *Schilling* das Thatsächliche gar zu spärlich ist, behauptet *Bidder*, dass er in zahllosen Präparaten den Uebergang der Primitivfasern der Spinalnervenwurzeln in die Zellen der grauen Substanz direct beobachtet habe, und dass eben so der Ursprung der longitudinalen Fasern der weissen Substanz von denselben Zellen sich leicht darthun lasse. Ich kann jedoch nicht glauben, dass *Bidder's* Aeusserung sich auf die Säugethiere und den Menschen bezieht, was auch in der That eine eben von demselben erhaltene Dissertation von *Owsjannikow* [10]) beweist, in welcher zwar wohl Nervenursprünge aus dem Rückenmark von Fischen beschrieben, aber keine überzeugenden Beobachtungen über das menschliche Rückenmark mitgetheilt sind. Ich habe mich viel und anhaltend mit der Verfolgung der Nervenzellen im menschlichen Mark beschäftigt, und glaube ein Urtheil darüber zu haben, was hier möglich ist, was nicht, und behaupte daher bestimmt, dass — wenn überhaupt — doch sicherlich von einer leichten Beobachtung von Nervenfaser-Ursprüngen und Anastomosen nicht die Rede sein kann. In der That spricht auch *Wagner* nur sehr im Allgemeinen von Anastomosen der Nervenzellen im Mark (Götting. Nachr. 1854. pag. 33.) und vom Ursprunge von Nervenfasern von denselben (p. 37.), sagt auch wohl (p. 38.), dass solche Ursprünge da zu sein scheinen und wahrscheinlich sind, giebt aber doch nicht näher an, wo, wie häufig und in welcher Weise dieselben sich machen, so dass es fast den Anschein gewinnt, als ob auch ihn, wie *Bidder* u. *Owsjannikow*, vorzüglich Gründe der Analogie zur Annahme solcher Verhältnisse bei'm Menschen veranlassten. *Wagner* läugnet nämlich in seinen neuesten Mittheilungen, dass Fortsätze von Nervenzellen frei endigen, und ist der Ansicht, dass dieselben alle entweder in Nervenfasern sich fortsetzen, oder zur Verbindung der Nervenzellen unter sich dienen, und stützt sich hierbei auf die theils von ihm, theils von Anderen beobachteten Fälle solcher Art. Ich gebe recht gern zu, dass diese Auffassung möglich ist, ja selbst Manches für sich hat, allein auf der andern Seite scheint es mir doch auch unmöglich zu verkennen, dass wir noch sehr weit davon entfernt sind überall solche Verhältnisse nachgewiesen zu haben (ich erinnere hier nur an die wenigen Beobachtungen

---

[10]) *Owsjannikow*, Diss. micr. de med. spin. text. impr. in piscib. fact. Dorpat 1854.

über Nervenursprünge und Anastomosen bei centralen Zellen, und an die grossen Nervenzellen der Rinde des Cerebellum, an deren äusseren Ausläufern bisher nicht die geringste Andeutung von Anastomosen und Nervenursprüngen sich hat nachweisen lassen, so dass *Wagner* selbst von ihnen sagt, dass wahrscheinlich jede derselben ein in sich abgeschlossenes System bilde [das hätte allerdings keinen Sinn; die Zellen stehen wohl unzweifelhaft zu einander in Verhältnissen ganz bestimmter Art] und dass a priori kein Grund vorhanden ist, die Ausläufer der Nervenzellen nicht, wie ich es schon längst proponirte, als eine besondere Art von Nervenfasern anzusehen, die innerhalb der nervösen Centralorgane frei enden. Die Gründe der Analogie haben zwar allerdings auch für mich einen grossen Werth, allein ich muss wiederholt betonen, dass man in der Anwendung derselben nicht vorsichtig genug sein kann. Wenn z. B. jetzt *Owsjannikow* bei Fischen gefunden hat, dass jede Nervenzelle des Rückenmarks vier Fortsätze abgiebt, einen zum Gehirn, zwei andere, die in eine sensible und motorische Faser der Nervenwurzeln übergehen, und einen vierten, der die Zellen von rechts und links mit einander verbindet, und glaubt, dass dieser Befund nun ohne Weiteres auf den Menschen sich übertragen lasse, so geht er, meiner Ueberzeugung nach, in der Anwendung des Gesetzes der Analogie viel zu weit. Wenn, wie *Owsjannikow* selbst lehrt, schon das Mark der Cyclostomen und der anderen Fische so bedeutende Differenzen zeigt, so sollte man, scheint es mir, doch vorläufig ganz davon abstehen, von den Fischen auf höhere Thierklassen einen Schluss zu ziehen, um so mehr, wenn man weiss, dass schon nach den vorliegenden Thatsachen das Mark der höheren Geschöpfe manches ganz Eigenthümliche besitzt, wie die grauen hinteren Commissuren, eine aus dunkelrandigen Fasern bestehende vordere Commissur, vielfach verästelte, in die feinsten Fäden übergehende Nervenzellen, und zweierlei (sensible und motorische) Leitungsfasern zum Gehirn. Soll eine Analogie zwischen den Fischen und Säugethieren hergestellt werden, so kann es meiner Meinung nach nur in einer Art geschehen, wie es auch von *R. Wagner* versucht wurde, nachdem ihm *Bidder* von den Dorpater Untersuchungen Kenntniss gegeben hatte, indem man annimmt, dass die Nervenzellen, die vielleicht in sensible und motorische zerfallen, durch ihre Ausläufer einmal in sensible und motorische Wurzelfasern übergehen, zweitens untereinander sich verbinden, und drittens endlich auch, und zwar durch besondere sensible und motorische Leitungsfäden, mit dem Gehirn in Zusammenhang stehen; doch kann ich für mich vorläufig diese Auffassung, die allerdings durch ihre Einfachheit sich auszeichnet, nicht unterstützen. Einmal glaube ich, bei einer neuerdings vorgenommenen sorgfältigen Untersuchung des Marks, eben so wie früher, den directen Uebergang gewisser Wurzelfasern in Fasern der Rückenmarksstränge bestimmt gesehen zu haben, und zweitens war es mir auch jetzt unmöglich, mit Bezug auf die Zellen wesentlich Anderes zu finden als früher. Alle Fortsätze von diesen laufen, wenn gut isolirt, schliesslich in feinste Fäserchen aus von höchstens 0,0004''', und können es, wenn hier wirklich Nervenröhren-Ursprünge sich finden, nur diese sein, die in solche sich fortsetzen. Mir ist es auch jetzt nicht gelungen, solche Uebergänge zu sehen, doch läugne ich dieselben keineswegs, und will ich weiter unten noch angeben, in welche Elemente dieselben möglicher Weise sich fortsetzen könnten. Evidente Anastomosen sah ich bis jetzt ebenfalls keine." [11])

Fügen wir noch hinzu, was *Kölliker* in den beiden Auflagen seiner „Gewebelehre" 1852 und 1854 über diese Verhältnisse an einigen anderen Stellen angiebt, so finden wir 1) in Bezug auf die Fortsätze der Nervenzellen Folgendes. *Kölliker* [12]) sagt: „Viele Nervenzellen laufen in zwei, drei bis acht und noch mehr Fortsätze aus, welche in den einen Fällen nach kurzem Verlauf in markhaltige Nervenröhren übergehen, in den anderen eine grössere Selbstständigkeit beurkunden, indem sie im Ansehen marklosen Nerven ganz gleich, oft auf weite Strecken verlaufen und hierbei mannichfaltig

[11]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. p. 303. 304.

[12]) *Kölliker*, Gewebelehre. 1852. 1. Aufl. p. 69; 2. Aufl. 1855. p. 92.

sich verästeln. Wie diese letzteren Fortsätze schliesslich enden, ob frei oder im Zusammenhang mit Nervenröhren, oder durch Anastomosen mit ähnlichen Fortsätzen, ist noch nicht ausgemacht, doch erscheint es nach Allem nicht unwahrscheinlich, dass je nach den Localitäten die drei angegebenen Möglichkeiten sich finden.“ Ibid. 1. Aufl. p. 273, 2. Aufl. p. 290 sagt *Kölliker:* „Die Nervenzellen unterscheiden sich in . . . . Zellen mit blassen Fortsätzen, welche zu einem, zweien und mehreren (uni-, bi-, multipolare Zellen) und häufig ramificirt sich finden, und die ersteren (blassen Fortsätze) an vielen Orten in dunkelrandige Nervenfasern sich fortsetzen und selbst die Bedeutung von marklosen Nervenfasern haben.“ An einer anderen Stelle, in der zweiten Auflage seines Handbuches der Gewebelehre, hat aber *Kölliker* 2) in Bezug auf das Verhältniss der Nervenfasern und Nervenzellen zu einander noch Folgendes hinzugefügt: „Alle Nervenfasern stehen mit Nervenzellen in Verbindung, so dass sie entweder von denselben entspringen, oder in ihrem Verlauf durch eingeschobene Ganglienzellen unterbrochen werden[13]).“ In der 1. Aufl. 1852, p. 68, hatte aber *Kölliker* gesagt: „viele Nervenfasern stehen mit Nervenzellen in Verbindung“ etc. (er hatte also in den zwei letzten Jahren seine Ansicht modificirt). *Kölliker* sagt ferner: „In den Ganglien sind Zellen mit verästelten Fortsätzen selten (in der mikrosk. Anat. pag. 408 sagt *Kölliker*: „In den Ganglien fehlen Zellen mit vielfachen verästelten Fortsätzen, und an ihren Stellen finden sich nur solche mit einem oder zwei blassen Fortsätzen) und an ihrer Stelle finden sich nur solche mit einem oder zwei, selten drei oder vier blassen Anhängen, die in dunkelrandige Röhren sich fortsetzen.“ Ibid. pag. 291. Dass . . . „die blassen Fortsätze der Nervenzellen (uni-, bi-, multipolaren) an vielen Orten in dunkelrandige Nervenfasern sich fortsetzen und selbst die Bedeutung von marklosen Fasern haben“, sagt *Kölliker* ibid. 1. Aufl. p. 272; 2. Aufl. p. 290. Hiermit erkennt *Kölliker* die Ansicht an, dass die Fortsätze der Nervenzellen als wahre Nervenfaser-Anfänge zu betrachten sind, und dass die Nervenfasern mit den Nervenzellen in einer weit verbreiteten anatomischen Verbindung stehen. Es ist daher um so auffallender, wenn er, pag. 291 seiner Gewebelehre, 2. Aufl. 1854, sagt: „*R. Wagner* behauptet, dass alle Fortsätze von Nervenzellen entweder in Nervenfasern übergehen, oder zur Vereinigung von Nervenzellen dienen, ist jedoch die Beweise für diese Sätze schuldig geblieben.“ Demnach giebt *Kölliker* selbstverständlich ganz entschieden zu, dass er auch noch Fortsätze von Nervenzellen annimmt, die weder in Nervenfasern übergehen, noch zur Verbindung mit anderen Zellen dienen, also etwa frei enden, wie er zuerst annahm.

Betrachten wir nun die zwischen *Wagner* und *Kölliker* bestehende Controverse genauer. Es ist hierbei unser Zweck, nicht blos die wirklichen Thatsachen festzustellen, sondern auch möglichst die Erklärung über die Entstehung der differenten Ansichten zu liefern. Denn es muss der Wissenschaft von Werth sein, bestimmen zu können, auf welche Weise es kommen konnte, dass zwei so gewandte, bedeutende Forscher auf diesem Felde, wie *Wagner* und *Kölliker* sind, denen man gewiss das aufrichtigste Streben nach Erforschung der Wahrheit, verbunden mit der bedeutendsten Gewandtheit in Handhabung des Mikroskops wie in Ausführung der feinsten Zergliederung organischer Stoffe zuerkennen muss, bei Untersuchung einer und derselben Materie zu so in vieler Hinsicht widersprechenden Resultaten gelangen konnten.

Wenden wir uns zuerst zu *Rud. Wagner's* Untersuchungen. Sein Schluss, dass 1) ein blasser Fortsatz einer Nervenzelle in den Axencylinder einer breiten (dunkelcontourirten) Nervenfaser übergeht, beruht auf wiederholter positiver Beobachtung. Man müsste geradezu einer jeden mikroskopischen Forschung allen Werth absprechen, wenn es möglich wäre, dass *Wagner* diese von ihm beschriebenen und abgebildeten Verhältnisse nicht in der bezeichneten Weise gesehen und erkannt hätte. Tausende negativer Erfahrungen anderer Forscher beweisen durchaus nichts gegen die wiederholten positiven *Wagner's*. Und wenn ich selbst zugeben muss, dass es mir trotz grösster Mühe, die ich auf diesen

[13]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. 1854 p. 91.

Gegenstand verwendet habe, niemals gelungen ist, ein Verhältniss der Art, wie *Wagner* es (Icones phys. Tab. XIV. Fig. III. u. s. w.) abbildet, zu sehen, so bin ich doch weit entfernt davon, zu glauben, dass *Wagner* nicht eine treue Darstellung gegeben habe.

2) *Wagner* bildet (l. c. Tab. XIV. Fig. VI. u. VII.) Nervenzellen der Centralorgane ab, von deren Parenchym unmittelbar dunkelrandige Nervenfasern abgehen; hier sehen wir also ein anderes Verhältniss. Die Nervenfasern treten, wie in den Spinalganglien etc., unmittelbar in das Parenchym der Nervenzelle ein, und zeigen sich nicht erst als mit blassen Fortsätzen der Nervenzellen in Continuität stehend, oder: es liegt zwischen der Nervenzelle und der entschieden dunkelrandigen Primitivfaser nicht erst eine kürzere oder längere Strecke des blassen Fortsatzes der Nervenzelle. Ich habe dieses Verhältniss wiederholt gesehen, und gebe eine Skizze desselben in Fig. 57. der 2. Tafel dieser Schrift. Ich bekenne aber, dass diese Beobachtungen mir nicht als genügende Beweise erscheinen, um das wirkliche Entspringen dieser Nervenfasern von der Nervenzelle darauf hin zu behaupten. Durch das Zerzupfen des betreffenden Stücks aus dem Centralnervensystem (des Kalbs- und Ochsen-Rückenmarks, med. oblong.) konnten die Nervenfaserfragmente eben so wohl unter wie auf die Zelle gelangt, durch das vor der mikroskopischen Untersuchung aufgelegte Deckgläschen an die Zelle angedrückt sein, und so den Schein bewirken, als entsprängen jene Faserfragmente von der betreffenden Zelle. Ich habe durch die stärksten Vergrösserungen den organischen Zusammenhang der Elementarröhrchen jener Nervenfaserfragmente mit denen der betreffenden Zellen zu erforschen gesucht. Es ist mir aber nicht möglich gewesen, einen solchen Zusammenhang mit derjenigen Bestimmtheit nachzuweisen, welche die Wissenschaft zur Begründung der betreffenden Behauptung verlangen muss. Aus diesem Grunde muss ich daher auch *Wagner's* Abbildungen, so weit sie dieses letzte Verhältniss darstellen, vorerst noch als nicht streng beweisend und nicht als Stütze seiner Anschauung bezeichnen. Ich gestehe, dass ich das Entspringen von dunkelrandigen Nervenfasern von centralen Nervenzellen in dieser Weise für mich glaube; jedoch nur aus Analogie, weil ich das Entspringen dunkelrandiger Nervenfasern in Spinalganglien in dieser Weise unzweifelhaft gesehen habe, und ich bis jetzt zwischen peripherischen und centralen Nervenzellen einen wesentlichen Unterschied nicht statuiren kann. Aber — ich kann, nach den mir bekannten Thatsachen und nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen, jene Ursprungsform dunkelrandiger Nervenfasern von centralen Nervenfasern noch nicht als unzweifelhaft dargelegt betrachten.

3) *Wagner* behauptet, dass ein blasser Fortsatz einer Nervenzelle sowohl ohne vorhergehende Bifurcation, wie nach vielfacher Theilung, in eine Nervenfaser übergehen kann. Nach allen Thatsachen lässt sich gegen die Wahrheit dieses Satzes nichts Wesentliches einwenden. *Wagner* kannte oder berücksichtigte zwar die feinen Elementarröhrchen nicht, die aus zahllosen Punkten eines jeden, anscheinend sich nicht theilenden Fortsatzes jeder Nervenzelle aus- (und ein-) treten; und insofern bedarf *Wagner's* Ausspruch nach den Ergebnissen meiner Erfahrungen einer Modification. Ausserdem aber sprechen seine Abbildungen wie seine Mittheilungen, und auch die allgemeine Erfahrung anderer Forscher von der vielfachen Theilung der Zellenfortsätze, für den von ihm aufgestellten Satz. Hierbei kann es auf die Breite der Primitivfaser, in welche der betreffende Nervenzellen-Fortsatz sich einsenkt, durchaus nicht ankommen, worüber weiter unten noch Genaueres.

4) *Wagner* behauptet endlich, dass — ausser den Commissuren zwischen zwei Nervenzellen — alle Fortsätze der Nervenzellen in Nervenfasern übergehen. Diese Behauptung gründet sich weniger auf directe Beobachtung als auf den Schluss aus Analogie. Denn Niemand wird behaupten, dass er alle Fortsätze einer Nervenzelle zu isoliren im Stande wäre. Wer die zahllosen Verbindungen, austretende und eintretende Fasern oder Röhrchen breiter wie feinster Gattung, an einer Nervenzelle jemals beobachtet hat, der wird zugeben, dass die Isolirung einer Nervenzelle mit den Hülfsmitteln der heutigen Anatomie ein sehr grobes, die allermeisten Verbindungen der Zelle zerreissendes, zerstörendes Verfahren genannt werden muss, bei welchem nur durch Zufall die dicksten, derberen Fortsätze der

Zelle dem rohen Eingriff der zerreissenden Nadel einigen Widerstand leisten. Wenn man aber die Fortsätze der Nervenzellen in feinen Abschnitten mikroskopisch verfolgt, so wird man bald zu der Ansicht kommen, dass ein grosser Theil derselben sich bis in die feinsten Elemente zertheilt, die feiner sind als die Axencylinder der feinsten Primitivnervenfasern, und welche man nur als Elementarröhrchen betrachten kann, die bald Bestandtheile von Nervenfasern, bald von Zellen und den verschiedenen Abtheilungen derselben bilden. Aus diesem Grunde scheint mir die oben bezeichnete exclusive Ansicht *Wagner's* von dem Uebergang aller Nervenzellen-Fortsätze in Nervenfasern der thatsächlichen Begründung zu entbehren, ja — im Gegentheil — durch die Thatsachen bedeutend modificirt und widerlegt.

Wenden wir uns zu *Kölliker's* Ansichten.

1) Er läugnet den Zusammenhang der Nervenzellen mit Nervenfasern, weil im Rückenmark die Fasern der Nervenwurzeln durch die graue Substanz zwischen deren Zellen hindurch treten, ohne dass man deren Zusammenhang sieht.

Meine Erfahrungen stimmen zum grossen Theile mit denen *Kölliker's* überein, d. h. man sieht in Abschnitten die Fasern in den grauen Vorderhörnern im Ganzen so verlaufen, wie *K.* angiebt; man sieht keine auffallenden Verbindungen von Fasern mit Nervenzellen, in der Art, wie man auffallende durchtretende Bündel zwischen den Nervenzellenhaufen gewahrt; aber — daraus folgt noch nicht der von *Kölliker* gezogene Schluss; es können darum dennoch die Verbindungen der Fasern mit den Nervenzellen existiren. Man sieht solche nur nicht so leicht auf feinen Abschnitten. Was man hier meistens sieht, sind die Nervenzellen-Fortsätze und die Faserfragmente; was man weniger sieht, sind die ununterbrochenen Continuitäten der Fasern in langer Strecke, weil der Schnitt solche vielfach trennt. Darum ist es so schwer, die Verbindung der Fasern mit den Nervenzellen zu sehen, weil die Strecke von einer Nervenzelle bis zu derjenigen einer evident als solche nachweisbaren Nervenfaser meist eine relativ lange ist, die durch den Schnitt bei'm Anfertigen des Segments vielfach unterbrochen wird. Aber eine positive Erfahrung entscheidet auch hier wiederum gegen Tausende von negativen. Und diese eine positive Erfahrung habe auch ich gemacht. Ich habe gesehen, dass ein ungetheilter Fortsatz einer Nervenzelle in die centrale Bahn einer vorderen Nervenwurzel überging; ob die Hülle der Nervenzelle in die Hülle der Nervenfaser, der Fortsatz des Zellenparenchyms in die Axenfaser und Markscheide verlief, konnte ich nicht ermitteln. Aber die grosse Nervenzelle lag unmittelbar an dem vorderen Rande der grauen Vorderhörner, in der centralen, auffallend breiten Bahn einer vorderen Nervenwurzel. Der nach vorn gerichtete Fortsatz der Nervenzelle lief in ziemlich langer Strecke parallel mit den Fasern der motorischen Nervenwurzel, so weit er beobachtet werden konnte. Diese Beobachtung kann, meines Erachtens, nicht anders gedeutet werden, als von mir geschehen; man müsste denn annehmen, dass der Fortsatz sich innerhalb der motorischen Nervenbahn in den weissen Vordersträngen noch zertheilt habe. Was von den grauen Vorderhörnern gilt, muss ich auch von den grauen Hinterhörnern behaupten.

2) *Kölliker* sah die Fortsätze der Nervenzellen ohne Ausnahme in die feinsten Fasern sich zerspalten. Darin findet *Kölliker* den Grund gegen *Wagner's* Annahme. Gewiss müsste man *Kölliker'n* beipflichten, wenn er von der Mehrzahl der Nervenzellen-Fortsätze jene Behauptung aufgestellt hätte. Aber „ohne Ausnahme" jenes Verhalten anzunehmen, wird schon durch die breiten Commissuren der centralen Nervenzellen unstatthaft. Die Schwierigkeit, mit unsern heutigen Präparirmethoden jene Verhältnisse zu finden, und der Umstand, dass man bei Isolirung einzelner Nervenzellen und ihrer Fortsätze mittelst Nadeln stets (mit höchst seltenen Ausnahmen, bei Auffindung von Commissuren zweier Zellen) neue und immer feiner werdende Theilungen der einzelnen Fortsätze bloslegt, macht *Kölliker's* Behauptung erklärlich.

3) *Kölliker* behauptet, dass, im Fall des Uebergangs der Zellenfortsätze in eine Nervenfaser, der betreffende Fortsatz in seiner Totalität in die Faser übergehen müsse, bei *Wagner* aber nur der schmale Theil des Fortsatzes (den *Kölliker* einem Axencylinder ohne Mark gleich hält) in die Nervenzelle übergehend erscheine (resp. gezeichnet sei). Diese Argumentation *Kölliker's* stützt sich auf das von ihm erkannte Verhalten der Fortsätze der Nervenzellen in den Spinalganglien. Daraus folgt aber noch nicht, dass die centralen Zellen sich ganz eben so oder in ganz gleicher äusserer Erscheinung verhalten müssten; und hier ist wieder eine beobachtete Thatsache schlagend gegen alle Analogieen und negativen Erfahrungen. Eine von einer Zelle entspringende Primitivnervenfaser muss — so scheint es mir — nicht nothwendig und unter allen Umständen aus einem Zellenfortsatz in toto bestehen, wie das bei den Fortsätzen der Nervenzellen in den Spinalganglien und peripherischen Ganglien überhaupt häufig der Fall ist. Es ist auch möglich, und nach den bisherigen Beobachtungen selbst nicht unwahrscheinlich, dass in einem dicken Fortsatz einer centralen Nervenzelle wenn auch nicht mehrere Axencylinder, so aber doch die Elemente zu mehreren Axencylindern, resp. Primitivnervenfasern, enthalten sein können.

Ueber das Verhalten des Axencylinders einer in eine peripherische Nervenzelle eintretenden Primitivnervenfaser wissen wir bis jetzt noch nichts mit Sicherheit. Wir wissen, dass in peripherischen Nervenzellen, mit welchen sich dunkelrandige Nervenfasern in Verbindung setzen, das „Mark" der Nervenfasern sich bald bis in das Parenchym der Zelle erstreckt (s. *Wagner's*, *Bidder's* und Anderer Beobachtungen), bald aber auch an der Uebergangsstelle der Faser in die Zelle fehlt, und nur ein blasser Fortsatz, dem Axencylinder mehr oder weniger ähnlich, das kürzere oder längere Verbindungsglied zwischen Zelle und Faser darstellt. Noch viel weniger aber wissen wir, wie sich die einzelnen Schichten oder Schläuche des Axencylinders, oder die Elementarröhrchen, aus welchen jene zusammengesetzt sind, innerhalb der Zelle verhalten. Eben so wenig wissen wir über das Verhalten der Elementarröhrchen der Nervenfaser, die als „das Mark" der Faser bezeichnet werden, nach dem Eintritt der Faser in die Zelle. Wir können nur so viel sagen, dass die feinsten Elemente, aus welchen die Zellenfortsätze bestehen, den Elementen, aus welchen die Nervenprimitivfasern bestehen, vollkommen — in ihrer äusseren Erscheinung, und so weit unsere jetzigen Hülfsmittel erkennen lassen, — gleich sind. Dieses zugegeben, und mit Rücksicht auf den Umstand, dass die zahllosen feinen Fortsätze (Elementarröhrchen), in welche sich die grossen Nervenzellenfortsätze zertheilen, vielfach communiciren, ist es nicht unwahrscheinlich, dass aus Verbindungen solcher Fortsätze verschiedener Nervenzellen, die mehr oder weniger weit von einander entfernt liegen, also von oft entfernten Orten her zusammenkommen, neue Axencylinder wie neue Primitivnervenfasern gebildet werden. Ein feinster Ast eines Nervenzellenfortsatzes kann also — entfernt von seiner Zelle — als erstes Element eines Axencylinders oder als ein Element einer Primitivnervenfaser bestehen. Durch Hinzutreten neuer Elementarröhrchen, welche als feinste Verästelungen anderer Nervenzellen-Fortsätze von verschiedenen Entfernungen und Richtungen herkommen, und sich mit jenem ersten Elemente verbinden, kann dann sowohl nach und nach die Bildung des Axencylinders, wie die Bildung der ganzen Primitivnervenfaser vervollständigt, und somit jenes feine Element durch Anlagerung neuer allmählig verbreitert werden, um endlich als complete Nerven-Primitivfaser zu erscheinen. Wenn dieses aber der Fall ist, so muss auch bei verschiedenen Präparationen, je nach den verschiedenen Methoden, welche eine Zelle mit einer Faser in Verbindung zeigen, bald nur ein Theil des Axencylinders als ganz schmaler, blasser Fortsatz, bald der ganze Axencylinder als blasser und etwas breiterer Fortsatz der Zelle ohne umgebende „Markschicht" als Verbindungsglied zwischen der betreffenden Zelle und der dunkelrandigen Primitivfaser erscheinen. Bedenkt man, dass die Präparation selbst, welche solche Verbindungen darlegt, stets die grösste Zahl der feinsten Elementarröhrchen, welche den betreffenden Nervenzellen-Fortsatz mit seiner nahen und fernen Umgebung verbinden, zerstört hat, und man nur die Reste der

vielfachen Verbindungen sieht, dass man also den ganzen schmalen Verbindungstheil zwischen Nervenzelle und Nervenprimitivfaser als eine geringe Spur betrachten muss, die uns nur einen ganz kleinen Theil der tausendfachen Verbindungen darlegt, in welchen Zellen und Fasern mit einander stehen, — alsdann wird man zugeben, dass man auch das feinste Röhrchen, welches man von einer Nervenzelle ausgehen und in eine dunkelrandige Primitivfaser mit Evidenz eintreten oder das Verbindungsglied beider bilden sieht, als Beweis von dem unmittelbaren Zusammenhang der Primitivfaser und der Nervenzelle betrachten muss. Wenn nun gar ein solches Verbindungsglied die Breite eines Axencylinders (und wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit auch dessen Organisation) besitzt, wie *Kölliker* für *Wagner's* Beobachtungen nicht läugnen will, — so ist hiermit auch *Wagner's* ganzer Satz zugegeben.

4) *Kölliker* glaubt, dass die Fortsätze der Nervenzellen auch für sich bestehen könnten, und nicht nothwendig mit Nervenröhren in Verbindung stehen müssten, z. B. die Fortsätze des „grauen Centralkerns des Rückenmarks“ oder des filum terminale, welche Theile von „fast keinen“ Nervenröhren durchzogen seien. Dieses Argument *Kölliker's* ist meines Erachtens nicht genügend genug gestützt. Die genannten Theile enthalten, wenn auch »fast keine“, doch immer feine Primitivfasern. Die freien Endigungen der feinen Ramificationen der Nervenzellen sind aber nur Artefacte, durch die Präparation entstanden, wie *Kölliker* gewiss zugeben wird; und *Kölliker* ist gewiss auch nicht der Meinung, dass die (anscheinenden) freien Enden, welche bei der Enucleation einer Nervenzelle und ihrer Fortsätze sichtbar werden, die wirklichen natürlichen Endigungen jener Fortsätze seien, die nicht noch in feinere Aeste sich zertheilen, welche aber mit unseren relativ zu groben Hülfsmitteln gar nicht einzeln darstellbar sind, weil sie bei der Präparation abreissen. *Kölliker* giebt also gewiss zu, die wirklichen natürlichen letzten Endigungen eines centralen Nervenzellen-Fortsatzes weder je isolirt noch je direct beobachtet zu haben. Aus diesem Grunde wird *Kölliker* aber auch jene Behauptung nicht anders als eine Hypothese betrachten, für welche bis jetzt noch keine Thatsachen sprechen. Ich muss an anderem Orte auf diesen Punkt ausführlicher zurückkommen, und verlasse ihn daher jetzt.

5) *Kölliker* sagt mit Recht, dass die Aehnlichkeit der Zellenfortsätze mit Axencylindern nicht maassgebend sei für die Annahme einer Identität beider Theile, da ja auch die Zellenfortsätze für sich auslaufen könnten, ohne in Nervenfasern überzugehen. Diese Ansicht *Kölliker's* beweist dessen grosse Vorsicht und scharfe Kritik bei der Deutung so verwickelter Verhältnisse. Indessen seine Ansicht wird nicht gestützt durch die Annahme von einer freien Endigung der Zellenfortsätze, für welche, wie ich oben auseinander gesetzt habe, keine Thatsache spricht.

6) *Kölliker* gesteht nur den Uebergang der blassen Fortsätze der Nervenzellen in die feinsten, nicht mehr dunklen Nervenröhren von 0,0004''' — 0,001''' möglicher Weise zu. Streng genommen wäre hier *Kölliker* auf dem Wege der Uebereinstimmung mit *Wagner*. Denn es kann wesentlich nicht auf die Breite der Nervenfasern ankommen, in welche die Zellenfortsätze übergehen, wenn es sich um das Factum des Zusammenhangs beider überhaupt handelt. Es fragt sich sehr, ob nicht eine schmale Faser sich allmählig in eine breite verwandelt und umgekehrt während des Lebens; die verschiedenen Metamorphosen der Fasern wie der Zellen sind uns ja ohnehin so gut wie unbekannt. Giebt man also den Zusammenhang mit einer Faser von 0,001''' Breite zu, so wird man kaum den Zusammenhang mit breiteren läugnen können. Und selbst *Kölliker* spricht diese Ansicht aus, indem er annimmt, dass blasse Fasern feinster Gattung in ihrem weiteren Verlaufe markhaltig — also breiter werden.

7) *Kölliker* beobachtete den Ursprung einer dunkelrandigen Faser von einer Nervenzelle im Rückenmark des Frosches [14]) und bildete dieses Verhalten und die dunkle Doppelcontour in Fig. VII. Taf. XI. ab, giebt also die Frage für das Rückenmark niederer Thiere zu, will aber für das Rückenmark der höheren Wirbelthiere hieraus keinen Schluss zugeben. Hier ist *Kölliker* wiederum in hohem

[14]) *Kölliker*, in: *Kölliker* u. *Siebold* Zeitschr. f. wiss. Zoologie, I. p. 144.

Grade vorsichtig in seinen Schlüssen. Indessen haben die Untersuchungen über den Bau der Nervenzellen etc. gelehrt, dass dieselben überall und in allen Classen des Thierreichs im Allgemeinen und wesentlich von gleicher Beschaffenheit sind; ist also die Thatsache für Amphibien festgestellt, und kommen andere für höhere Wirbelthiere dazu, so wird die Analogie zur Sicherheit. Der Zweifel *Kölliker's* basirt hauptsächlich in dem Mangel eigner Beobachtung dieser Verhältnisse bei Säugethieren. Indessen ist es nicht nothwendig, dass man an jeder Stelle des Nervensystems und dass ein jeder Beobachter die betreffende Thatsache selbst findet, um jenes Gesetz aufzustellen.

8) *Kölliker* bezweifelt die von *Bidder* ausgegangenen Behauptungen über die Verbindung der Nervenzellen mit Nervenfasern (Fortsetzungen der Nervenwurzeln) in der grauen wie in der weissen Substanz des Rückenmarks, so weit solches von *Bidder* selbst und dann von *Schilling, Owsjannikow* etc. mitgetheilt worden. Ich werde in Kurzem in einer neuen Schrift über das Rückenmark genauer über diese Verhältnisse bei Fischen etc. meine Erfahrungen mitzutheilen Gelegenheit nehmen. Einstweilen bemerke ich, dass ich durchaus mit *Kölliker* einverstanden bin, so weit er die leichte Beobachtung solcher Verhältnisse bei Menschen, wie sie von *Bidder* dargelegt erscheint, läugnet. Auch bei Fischen ist es mir nie gelungen, *Owsjannikow's* Behauptungen bestätigt zu finden, obwohl ich eine lange Reihe der trefflichsten Präparate vom Rückenmark von Petromyzon etc. mit Rücksicht hierauf untersuchte. Desgleichen habe ich *Kupffer's* Behauptungen über das Verhalten der Nervenzellen bei Fröschen nicht bestätigen können. Die Schwierigkeit oder die Unmöglichkeit der Bestätigung solcher Thatsachen, welche von genannten Forschern als ganz leicht ermittelbar bezeichnet werden, muss begreiflicher Weise jeden unbefangenen später prüfenden Forscher, eben so wie *Kölliker,* mit dem grössten Misstrauen gegen die Annahme von Sätzen erfüllen, welche eben auf jene Beobachtungen basirt werden. Auch ich würde, auf jene von *Bidder* und seinen Schülern mitgetheilten Erfahrungen hin, und auf das was ich aus sorgfältiger Wiederholung ihrer Arbeiten in Erfahrung gebracht habe, nicht im Stande sein, *Kölliker's* Zweifel an dem Ursprung von Nervenfasern aus Nervenzellen im Mindesten zu schwächen. Indessen die anderweiten, im Obigen von mir besprochenen, Thatsachen sprechen mit einer Entschiedenheit, dass an deren Bedeutung nicht mehr zu zweifeln ist.

9) *Kölliker* behauptet, dass in der Rinde des cerebellum an den Zellenfortsätzen nirgends Anastomosen oder Uebergänge in Nervenfasern beobachtet worden seien. Dieses beweist aber nicht, dass nicht dennoch solche existiren; und ich kann nicht mit *R. Wagner* übereinstimmen, wenn er jede dieser Zellen mit ihren Verästelungen als ein in sich abgeschlossenes Gebiet betrachtet, das ohne Verbindung mit der nahen oder fernen Umgebung bestehe.

Kommen wir zum Schlusse, so finden wir als Hauptargumente *Kölliker's* gegen *Wagner's* Ansichten: 1) *Kölliker* sah keine Anastomosen zwischen den centralen Nervenzellen. 2) *Kölliker* beobachtete (an Säugethieren) niemals den unmittelbaren Zusammenhang einer dunkelrandigen Nervenfaser mit einer solchen Nervenzelle. 3) *Kölliker* fand stets, dass die Fortsätze der centralen Nervenzellen sich bis in die feinsten Verästelungen zertheilen.

Diesen Argumenten *Kölliker's* stehen aber, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, zum Theil Thatsachen entgegen, wie die von Andern und von mir beobachteten Anastomosen zweier centralen Zellen durch einen dicken Fortsatz. Ferner sind *Kölliker's* Beobachtungen am Froschrückenmark und die von ihm zugegebene Thatsache, dass (auch bei Säugethieren) eine blasse Faser in ihrem weiteren Verlaufe markhaltig und also eine dunkelrandige werden kann — genügende Gründe gegen das unter 2. angeführte Hauptargument desselben. Und endlich ist dessen sub 3. bezeichnetes Argument nicht streng beweisend, weil seine negativen Resultate die Ergebnisse unserer relativ zu rohen Untersuchungsmethode sind; ausserdem aber diesen die positiven Resultate *Wagner's* gegenüber stehen, die hier, wenn auch nicht zahlreich, doch mehr beweisen, als Tausende von negativen. Wer wollte überdiess läugnen, dass der Zufall das, was bis jetzt diesem Forscher versagt war, bei einer folgenden

Untersuchung ihm vor die Augen führen könnte, nämlich Verhältnisse zwischen Faser und Zelle, wie sie *Wagner* sah und abbildete? Hiernach muss ich mich in Betreff des Verhältnisses der Fortsätze centraler Nervenzellen zu den Primitivnervenfasern auf die Seite *Rudolph Wagner's* stellen. Ich habe mit Absicht die neuere schöne Arbeit *Schröder van der Kolk's* über das Rückenmark hier nicht erwähnt, weil ich in meiner demnächst zu veröffentlichenden Schrift über das Rückenmark ausführlich auf die darin mitgetheilten Resultate zurückkommen muss.

* * *

Nach den vorausgegangenen Mittheilungen und den Resultaten meiner anderweitigen Untersuchungen muss ich den Satz für gültig halten, dass zwischen den Nervenzellen der Centralorgane und denen der peripherischen Theile des Nervensystems in keiner Hinsicht ein wesentlicher Unterschied besteht. Diese Ansicht ist von den ersten bis zu den neuesten Zeiten, seit das Mikroskop zur Erforschung dieser Gebilde gebraucht wurde, wiederholt ausgesprochen worden. Die Beobachter älterer wie neuerer Zeiten waren von der Gleichheit der morphologischen Elemente bei verschiedenen Thierclassen wie an den verschiedenen Oertlichkeiten des Nervensystems gewissermaassen überrascht, — so dass z. B. *Leeuwenhoek* (l. c. p. 47) sagen konnte: „. . . omnes . . . cerebri passerini partes nullam obtinebant notatu dignam majorem magnitudinem, quam quae in bove observabatur, ita ut inter cerebra grandium et parvorum animalium, sicut supra dictum est, nullum intercedat aliud discrimen, exceptis majoribus sanguiferis vasis, nisi quod magnitudo illorum conflata est ex majori numero partium." — Dass zwischen den Nervenzellen der sympathischen und Spinalganglien kein Unterschied Statt finde, sagte schon *Remak* 1838 [15]): „inter ganglia sympathica et spinalia animalium adultorum nullam differentiam constantem et essentialem (sit venia verbo) quoad structuram intercedere puto." — Die Gleichheit oder Aehnlichkeit centraler Nervenzellen mit peripherischen (in mikroskopischen und chemischen Charakteren vollkommen ähnlich) fand *Henle* [16]). — Auch *Hannover* beschreibt die Gleichheit der Elemente des Nervensystems bei den verschiedenen Thierclassen [17]): „Sous le microscope on aperçoit si peu de différence dans les diverses classes d'animaux, qu'il est bien difficile de distinguer les unes des autres, et il est encore moins aisé de rendre ces différences avec précision." Und wenn *Hannover* dessen ungeachtet, p. 34, zwischen Ganglienzellen und Gehirnzellen einen wesentlichen Unterschied zu finden glaubt, so bezieht sich dieser doch nur auf unwesentliche Dinge, z. B. Grösse, Form, „structure différente de la membrane cellulaire," welche aber *Hannover* selbst nicht angiebt; nur die Dicke ist wohl gemeint, Grösse und Zahl der Kerne und Nucleoli u. s. w. *Hannover* gesteht selbst: „il est plus difficile d'expliquer ces différences que d'en faire soi-même l'observation." Indessen was scharf beobachtet wird, kann auch scharf erklärt werden.

So äusserte sich auch schon *Pacini* [18]) über die Gleichheit der morphologischen Elemente in der Retina der verschiedenen Thierclassen: „Non dee credersi, che la retina degli animali differisca di troppo dalla retina umana, poichè dopo le moltissime osservazioni che ho fatte, posso assicurare et fino d'ora dichiaro, che la intima tessitura della retina fondamentalmente è la stessa in tutte le classe dei Vertebrati, vale a dire che essendo costrutta sopra un medesimo tipo essa si compone d'un medesimo numero di strati nel medesimo ordine sovrapposti e costituti colla medesima qualità di morfologici elementi." *de Vintschgau* [19]) stimmt damit überein.

---

[15]) *Remak*, Observ. anat. p. 9. Anmerk. 15. [16]) *Henle*, Allgem. Anat. 1841. p. 675.

[17]) *Hannover*, recherches microscopiques p. 11.

[18]) *Filippo Pacini*, nuove ricerche microscopiche sulla tessitura intima della Retina nell' uomo, nei Vertebrati etc. (Nuovi annali delle Scienze Naturali etc. dell' Academia di Bologna. Ser. II. Tom. IV. Luglio e Agosto 1845.)

[19]) *de Vintschgau*, Ricerche sulla struttura microscopica della Retina etc. in den Sitzungsberichten der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1854. p. 944.

Andererseits behaupten aber auch manche Forscher von Bedeutung, dass wesentlich verschiedene Gattungen von Nervenzellen angenommen werden müssten. Und in der That kann man nicht anders als eingestehen, dass man bei der Untersuchung der Nervenzellen an den verschiedenen Theilen häufig so auffallende morphologische Differenzen sieht, dass die Annahme einer wesentlichen Verschiedenheit solcher Zellen sehr nahe zu liegen scheint. Wenn man z. B. im Rückenmark von Petromyzon die runden Zellen zu beiden Seiten und etwas hinter dem canalis centralis betrachtet, und solche mit den spindelförmigen in der vorderen grauen Substanz vergleicht, so fällt ein so bedeutender Unterschied in Form, Grösse, Ausläufern u. s. w. in die Augen, dass man hier zwei verschiedene Gattungen von Nervenzellen annehmen möchte. Sieht man ferner die anscheinend kugelförmigen (bipolaren) Zellen in den Spinalganglien von Säugethieren, und vergleicht sie mit den multipolaren im Gehirn und Rückenmark, so fällt gleich auf den ersten Blick ihre morphologische Verschiedenheit auf. Im Rückenmarke selbst sieht man in den grauen Vorderhörnern meist so grosse, in der gelatinösen Substanz so kleine Nervenzellen, dass auch hier ein specifischer Unterschied anfangs gar nicht geläugnet werden zu können scheint. Fügen wir noch a priori den Grund hinzu, dass zwischen Zellen, die mit sensitiven und Zellen, die mit motorischen Nerven in Verbindung stehen, höchst wahrscheinlich und nothwendig bedeutende wesentliche Unterschiede Statt finden müssen, so wird man sich zu der Ansicht bestimmen, dass es verschiedene Gattungen von Zellen geben müsse, die sich morphologisch oder histologisch von einander unterscheiden. So sehr ich mit dieser Deduction einverstanden bin, so kann ich doch vorerst nicht anders als behaupten, dass alle jene Unterschiede, welche die heutigen Hülfsmittel der Untersuchung uns klar zu machen scheinen, bei genauer Prüfung als unhaltbar erscheinen. Und obwohl ich, wie bei den Primitivnervenfasern, so auch bei den Nervenzellen, die Wahrscheinlichkeit, ja Gewissheit zugebe, dass in sensitiven, motorischen etc. Fasern und Zellen später wesentliche und bedeutende Verschiedenheiten im Bau erkannt werden dürften, so sind wir aber bis jetzt noch fern davon, irgend eine dieser wesentlichen Verschiedenheiten erkannt zu haben. Ich muss vielmehr behaupten, dass nach allen bisherigen Untersuchungen alle Nervenzellen wesentlich einander gleich sind.

Dass von vereinzelten Untersuchungen, und von dem Verhalten z. B. einer Nervenzelle an einem oder mehreren Orten, nicht ein allgemeiner Schluss auf deren Verhalten im Allgemeinen zu ziehen ist, wie man gewiss einwerfen kann, gebe ich zwar zu. Ich finde aber eben, dass überall in den wesentlichen Punkten, nach den Ergebnissen unserer bisherigen Untersuchungen, die Zellen gleich sind. Ich will zur Begründung dieser Behauptung hier einige kurze Beiträge zu geben suchen, ausführlichere Mittheilungen einer andern Schrift vorbehaltend. Ich betrachte daher die Nervenzellen noch in Bezug auf ihre Form, Grösse, auf die Anzahl und Dimension der von ihnen ausgehenden Fortsätze, auf die Structur der Fortsätze und deren Verhalten zu den Nervenzellen.

a. Die Form der Nervenzellen betreffend.

Im Allgemeinen wird die runde oder Kugelform der Nervenzellen für die ursprüngliche gehalten, und alle von dieser Gestalt abweichenden Formen betrachtet man mehr als zufällig durch die Anzahl der von ihnen ausgehenden Fortsätze bedingt. Indessen hat man doch in der Form der Zellen ein Merkmal einer wesentlichen Verschiedenheit der Nervenzellen aufzufinden geglaubt, und einer unserer trefflichsten Forscher begründet hierauf eine Eintheilung der Zellen in verschiedene Classen. So sagt *Kölliker* [20]: „Sie unterscheiden sich vorzüglich in: 1) runde (oder selbstständige Zellen), welche keine Fortsätze, resp. Faserursprünge, Nervenröhren-Anfänge abgeben [21]; 2) spindelförmige, welche einen oder zwei Faserursprünge abgeben [22]; 3) sternförmige Nervenzellen.

[20]) *Kölliker*, Gewebelehre, 1. Aufl. p. 69. 2. Aufl. p. 91.
[21]) Vergl. auch *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. p. 290; 1. Aufl. p. 273.
[22]) *Kölliker*, Gewebel. 2. Aufl. p. 290. 1. Aufl. p. 273.

Die beiden letzteren Arten entstehen dadurch, dass viele Nervenzellen in zwei, drei bis acht und noch mehr Fortsätze auslaufen. ..." *Kölliker* nimmt also 1854 noch apolare Nervenzellen an. Er unterscheidet [23]) die Nervenzellen in: 1) selbstständige Zellen, und 2) Zellen mit blassen Fortsätzen, welche zu einem, zweien und mehreren und häufig ramificirt sich finden." Die selbstständigen würden mit den runden identisch sein; zur zweiten Gattung gehören die oben (sub 2 und 3) genannten spindel- und sternförmigen. *Kölliker* nimmt also ausser den apolaren auch noch die unipolaren Nervenzellen, die bipolaren und multipolaren an. Er sagt: „*R. Wagner* bestreitet jetzt die Existenz von Nervenzellen ohne Fortsätze .... ist jedoch die Beweise schuldig geblieben [24])."

Fragen wir nach den Gründen, auf welche sich diese Eintheilung stützt, so ist es vor Allem die Thatsache, dass bei den verschiedensten Methoden der Untersuchung der Nervenzellen solche erscheinen, welche ganz rund oder kugelförmig, und anscheinend ohne alle Fortsätze sind. Diese Zellen hat man für selbstständig gehalten. Indessen glaube ich, dass man keine genügenden Beweise dafür aufzubringen im Stande ist. Denn was uns so häufig als eine Kugel ohne Fortsätze erscheint, ist nichts Anderes als ein Artefact, durch unsere Präparation erzeugt; und wenn bei schwachen Vergrösserungen häufig keine Fortsätze entdeckt werden können, so zeigt die Anwendung stärkerer Vergrösserungen deutliche Spuren davon. Ganz abgesehen von dem Umstande, dass die Annahme selbstständiger Nervenzellen d. h. solcher, die mit ihrer Umgebung nicht in Verbindung stehen, für die Wissenschaft gar keinen Sinn hat [25]), und dass die Existenz von Fortsätzen auch andererseits Unselbstständigkeit nicht nothwendig bedingen muss. Eine Zelle, welche nicht durch Wechselwirkung mit ihrer näheren oder ferneren Umgebung in Beziehung oder in Verbindung steht, ist für den Organismus so gut wie gar nicht vorhanden; es scheint mir daher die Annahme apolarer (runder, kugelförmiger, selbstständiger) Zellen eine bis jetzt ohne genügende Beweise da stehende Hypothese. Ich muss nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen mit *R. Wagner* die Annahme apolarer Zellen für unstatthaft halten, und wenn es unmöglich ist, an einer jeden Zelle einen oder mehrere Fortsätze nachzuweisen (ein Beweis welchen *Kölliker* verlangt), so liegt das in der Unvollkommenheit unserer anatomischen Untersuchungsmethoden; es ist aber genügend, wenn bewiesen werden kann, dass in der Mehrzahl der Fälle, wo man runde Zellen vor sich zu haben glaubt, dennoch Fortsätze oder deren Spuren erkannt werden können, um jenes Gesetz aufzustellen. Bedenkt man, wie viele Phasen die Lehre von den Nervenzellen durchgemacht hat, seit *Valentin* 1836 sie genauer erkannte, erwägt man, dass dieser treffliche Forscher alle Nervenzellen für rund hielt, und in keiner Verbindung mit Nervenfasern stehend annahm, und vergleicht man damit die Erfahrungen der letzten 20 Jahre, welche nunmehr die Verbindung der Nervenzellen und Nervenfasern in allen Theilen des Nervensystems dargethan haben [26]), so wird man schon a priori die Annahme runder selbstständiger apolarer Zellen bedenklich finden.

Kölliker hat ausserdem noch folgende Gründe für seine Ansicht zu bringen gesucht. Er sagt: „Die Nervenzellen sind mit den gewöhnlichen Attributen der Zellen begabt [27]) . . . sind einfache Zellen,

---

[23]) *Kölliker*, Gewebelehre, 1. Aufl. p. 272; 2. Aufl. p. 290. [24]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Auflage, 1854. p. 291.

[25]) Man könnte zwar einwerfen, dass die Blut- und Lymphzellen u. s. w. freie Zellen seien, ohne continuirliche Verbindung durch Fortsätze mit ihrer Umgebung, und dennoch nicht als fremde Körper in den Gefässen anzusehen, ja — trotz steter Bewegung — die jede mechanische Verbindung derselben hindert, von der grössten Wichtigkeit in der thierischen Organisation. Indessen — ich glaube, dass diese Parallele nicht zugestanden werden kann, weil die Verschiedenheiten beider in Beziehung auf alle ihre anderweiten Verhältnisse zu bedeutend sind.

[26]) Ich umgehe absichtlich hier eine ausführliche historische Darstellung der verschiedenen Ansichten, welche über die Form der Nervenzellen bisher aufgestellt worden sind. Nur einige der wichtigeren will ich anführen. Genauer werde ich auf diesen Punkt in meiner Schrift über das Rückenmark zurückkommen.

[27]) *Kölliker*, Gewebelehre, 2. Aufl. 1854, p. 91. 290, übereinstimmend mit p. 69 u. 273 der 1. Aufl., u. Mikr. Anat. 1850, p. 406.

als welche sie schon von *Schwann* aufgefasst wurden. Das beweist ihre Form, ihre chemische Zusammensetzung und ihre Entwicklung deutlich und klar.“ Ferner: „Wenn *Bidder* neulich, von der Thatsache ausgehend, dass an manchen Orten die Ganglienzellen an zwei Enden mit dunkelrandigen Nervenfasern in Verbindung stehen, die Ansicht aufstellt, dass dieselben als hüllenlose Massen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet seien, so hat derselbe die Nervenzellen übersehen, die keine Fasern abgeben, die ganz dieselbe Hülle besitzen, wie die mit Faserursprüngen, und nicht beachtet, dass es auch Nervenzellen mit Einem und solche mit vielen Faserursprüngen giebt, bei denen seine Anschauungsweise ganz unnatürlich wird, endlich dass die Entwicklungsgeschichte die Bildung einer Zelle in toto, mag sie nun Faserursprünge besitzen oder nicht, aus einer einfachen Zelle beweist“ [28]). Es scheinen mir aber auch diese Gründe *Kölliker's* nicht haltbar und nicht entscheidend zu sein, denn die Wissenschaft gewinnt weder mit *Kölliker's* noch mit *Bidder's* Deutung. So lange wir die Verbindung des Zellenparenchyms mit den Elementen der Nervenfasern nicht genauer kennen als jetzt, bleiben jene Deutungen nur Vermuthungen. Jedenfalls ist die *Bidder*'sche noch haltloser als die gewöhnliche Deutung (s. u.) Dass aber die Entwickelung der Zellen als Beweis benutzt werden soll dafür, dass es runde Zellen gebe, scheint mir aus dem Grunde unstatthaft, weil in den embryonalen Theilen die Gebilde viel zu zart sind, um mit unseren jetzigen Hülfsmitteln genau genug erkannt werden zu können; weil also embryonale Zellen anscheinend rund sind, so ist daraus wohl allenfalls — wie mir scheint — zu folgern, dass an ihnen ganz feine durchsichtige, bisher unerkannte, erst im vollkommen ausgebildeten Zustande erkennbare Fortsätze vorhanden sind, aber keineswegs kann hieraus ein Beweis für das Vorhandensein ganz runder apolarer Nervenzellen im ausgebildeten Zustande gezogen werden.

Während *Kölliker* die Fortsätze der Zelle als Bedingung für die Verschiedenheit ihrer Form betrachtet, ist *Hannover* [29]) zu der Ansicht gekommen, dass ein von aussen auf die Zelle wirkender Druck, eine Art Compression oder Raumbeengung durch die umgebenden Gewebe, die Ursache der Abweichung einer Zelle von der Kugel- oder Bläschengestalt sei. *Hannover* hält nämlich, ähnlich wie man das von der Pflanzenzelle annimmt [30]), die eckige Form der centralen Nervenzellen für die Folge gegenseitigen Drucks aufeinander. Dieser Ansicht kann ich aber keineswegs beipflichten, und es ist in jedem Abschnitte aus dem Rückenmarke u. s. w. an den grossen Nervenzellen ohne Schwierigkeit wahrzunehmen, dass ein gegenseitiges Comprimiren nicht die Ursache ihrer eckigen Form sein kann; denn jede Zelle hat Platz genug, und man sieht oft sehr eckige Zellen, ganz isolirt oder in grosser Entfernung ringsum von andern; in diesen Fällen war also Compression, Raumbeengung durch andere Zellen und die Entstehung der eckigen Form aus diesem Grunde unmöglich.

Eine andere Ansicht hat *Bidder* [31]) aufgestellt. *Bidder* sagt, dass „die ganz feinen oder nackten Ganglienkugeln kaum jemals regelmässig rund oder oblong seien, sondern gewöhnlich von unregelmässiger, selbst eckiger Gestalt. Sind sie dagegen noch von der Primitivscheide der erweiterten Nervenröhre, und zwar so eng umschlossen, dass zwischen Hülle und Kugel kein Zwischenraum bleibt, so erscheint das Ganze in regelmässig runder oder oblonger Form, d. h. die Ganglienkugel muss sich der Gestalt jener Erweiterung anpassen, indem sie in dieselbe gleichsam eingezwängt wird. Bietet dagegen jene Erweiterung mehr Raum dar, als zur Aufnahme der Ganglienkugel erforderlich ist, so tritt die unregelmässige Form der letzteren auch sogleich wieder hervor.“

Es ist aber schwer zu begreifen, wie die „wachsartig“ feste Masse der Ganglienkugel sich von

---

[28]) *Kölliker*, Mikr. Anat. p. 407. 408; Gewebelehre, p. 290. 291 (2. Aufl.); p. 273 (1. Aufl.).
[29]) *Hannover*, recherches, l, c. 1844.
[30]) S. z. B. den Aufsatz *Hugo v. Mohl's*: „Vegetabilische Zelle“ in *R. Wagner's* Handwörterb. d. Phys. IV. Bd. p. 168.
[31]) *Bidder*, Verhältniss der Ganglienkörper und der Nervenfasern. 1847 p. 25.

der zarten Nervenhülle solle „einzwängen" lassen, so dass die ursprünglich unregelmässige Kugel „rund" oder „oblong" wird. *Bidder* hat hier wiederum, in der Idee befangen, dass die Zelle in der Röhre liege, jene Theorie aufgebaut, ohne Gründe. Ob *Bidder* auch noch in der neuesten Zeit diese seine Ansicht vertheidigen wird, möchte ich aus dem Grunde bezweifeln, weil die Schüler *Bidder's* [32]) vier Gattungen von Nervenzellen annehmen (uni-, bi-, quadri- und multi-polare), während *Bidder* (s. u.) überall früher nur bipolare annahm.

Es mögen diese Andeutungen vorerst als ein Fingerzeig dafür betrachtet werden, dass auf die Form der Zellen allein ein Unterscheidungsmerkmal derselben kaum gegründet werden kann, und dass uns die Bedingungen, welche die verschiedenen Abweichungen der Nervenzellenform von der Kugelgestalt erzeugen, noch nicht genügend bekannt sind.

b) Die Grösse der Zellen. Bei der Untersuchung verschiedener Theile des Nervensystems wird man häufig von der Grösse der Zellen in bestimmten Theilen, und wiederum von der Kleinheit der Nervenzellen in anderen Theilen überrascht. So sieht man die grossen multipolaren Nervenzellen in der vorderen grauen Substanz des Rückenmarks (Vorderhörner) in allen Thier-Classen bedeutend hervorstechend, und man sollte glauben, dass diese Zellen eine besondere Gattung bilden müssten, im Vergleich zu den kleinen Zellen, z. B. der Substantia gelatinosa, der Säugethiere. Dieses Criterion zeigt sich aber haltlos, wenn man die verschiedenen Höhen des Rückenmarks eines und desselben Thieres untersucht und findet, dass z. B. bei'm Kalbe die multipolaren Nervenzellen der grauen Vorderhörner im unteren Theile des conus medullaris, in der Nähe des filum terminale, so auffallend an Grösse abnehmen, dass sie denen der Substantia gelatinosa gleich kommen; wenn man ferner findet, dass z. B. im Frosch-Rückenmark die dreieckigen grossen Nervenzellen, welche in den grauen Vorderhörnern so auffallend sind, nicht selten von einzelnen Zellen, welche man in den grauen Hinterhörnern findet, an Grösse übertroffen werden; wenn man ferner findet, dass z. B. im Rückenmarke von Petromyzon, wo die (von *Owsjannikow* so genannten) runden oder bipolaren Zellen sich meistens durch ihre bedeutende Grösse von den spindelförmigen Zellen der vorderen grauen Substanz unterscheiden — nicht selten so auffallend grosse Spindelzellen erscheinen, dass sie den sogenannten runden an Grösse kaum nachstehen. Ich glaube daher auch, dass die Grösse der Zellen an und für sich keinen Unterscheidungsgrund für Nervenzellen im Allgemeinen abgeben kann. Dass die verschiedene Grösse der Nervenzellen auf eine verschiedene Function hinweise, wie *Bidder* (1847, l. c. p. 35.) als höchst wahrscheinlich behauptet — ist bis jetzt durch nichts bewiesen.

c) Die Anzahl der Fortsätze, welche von den Nervenzellen ausgehen, ist endlich als ein Haupt-Unterscheidungsmerkmal derselben angesehen worden. Und es ist in der That nicht zu läugnen, dass dieses Criterion einem Forscher lange Zeit als entscheidendes erscheinen kann, bis die ausgedehnteren Untersuchungen des Nervensystems in den verschiedenen Classen des Thierreichs zuletzt den Beweis liefern, dass jenes Unterscheidungsmerkmal doch nur ein ganz scheinbares und nicht wirkliches ist. Dieses ist wenigstens das Endresultat meiner eigenen Untersuchungen und meiner Ansichten gewesen, nachdem ich lange Zeit die Zahl der Nervenzellenfortsätze als ein bedeutendes oder wesentliches Merkmal der Verschiedenheit der Nervenzellen betrachten zu müssen geglaubt hatte. Ich will hier die Mittheilungen eines unserer sorgfältigsten und aufmerksamsten Beobachter anführen. *R. Wagner* [33]) nimmt 1850 folgende Elemente in der grauen Substanz des Hirns und Rückenmarks an, ausser den (durchsetzenden) Primitivfasern: 1. Feinkörnige Masse als Hauptmuttermasse, bald sparsam, bald reichlich. *Wagner* nennt diese Masse später (1854, neurol. Unt. 159) „intermediäre feinkörnige Masse." 2. Kleine kernähnliche Zellen oder Kerne; *Wagner* nennt sie „Nuclearmasse." Später nennt

---

[32]) *Owsjannikow* l. c. p. 40. *Kupffer, Schilling, Metzler* a. a. O.

[33]) *R. Wagner*, neurol. Untersuch. 1854. p. 47.

er sie blos „Kerne" (l. c. p. 159). Noch später (l. c. p. 195) hält er es für möglich, dass dieselben bipolare Ganglienzellen seien. 3. Grössere Zellen ohne Fortsätze, rund, keulenförmig, spindelförmig, geschwänzt, von sehr verschiedener Form und Grösse; er nennt sie „insulare oder strahlenlose Zellen." 4. Zellen oder Ganglienkörper mit einer Ursprungsfaser. Er nennt sie „einstrahlige Zellen." 5. Längliche, spindelförmige, in zwei polare Fortsätze auslaufende Zellen, mit zwei Faser- Ursprüngen; er nennt diese: „zweistrahlige Zellen." 6. Sehr verschieden geformte Zellen mit vielen, meist von allen Seiten, oft auch nur von zwei Endfortsätzen abgehenden Faserursprüngen. Er nennt sie auch, nach Analogie mit den Ganglienkörpern in den peripherischen Ganglien, apolare, unipolare, bipolare, multipolare Zellen, wie *Stannius* adoptirt hat. *Wagner* fand die bipolaren Ganglienkörper am häufigsten in den Centraltheilen des Nervensystems (Unters. l. c. p. 48). *Wagner* fand aber auch an manchen Stellen des grossen Gehirns (Ammonshorn) Zellen, aus deren einem stumpfen Ende unmittelbar eine Menge sehr feiner Fortsätze entspringen, während an der entgegengesetzten Seite ein sehr langer dünner Fortsatz entspringt, der schliesslich auch Fasern abgibt. Die multipolaren Ganglienkörper in den beiden Hirntheilen (electrischen Lappen) des Zitterrochens fand *Wagner* 1851 [34]) mehr oder weniger sphärisch, ohne Zellenmembran, daher er sie nicht „Zellen" genannt wissen will. „Sie bestehen aus einer sehr feinkörnigen Masse, in welche ein grosser, pellucider, bläschenartiger Kern eingesenkt ist. Nach der Peripherie gehen von diesen Ganglienkörpern Fortsätze ab, welche doppelter Art sind. Einzelne sind nicht ramificirt und gehen unmittelbar in gemeine doppelt contourirte Nervenfasern über, deren Axencylinder sie bilden .... andere, bald ramificirt, bald nicht, verbinden die einzelnen Ganglienzellen untereinander [35])." Dass „die Fortsätze der Ganglienzellen aus den Ganglien des sympathischen Nerven die grösste Aehnlichkeit mit den Fortsätzen der multipolaren Ganglienkörper des Gehirns und Rückenmarks haben," fand *Wagner* bei wiederholten Untersuchungen [36]) 1853. „Ein anderes System von multipolaren Ganglienzellen fand *R. Wagner* in den Randwülsten des kleinen Gehirns (l. c. p. 164). „Sie sind retortenförmig, nehmen am bauchigen Ende eine, selten zwei mittelfeine Fibrillen auf, geben dagegen aus ihren starken Fortsätzen an der entgegengesetzten Seite eine grosse Anzahl von weitreichenden und feinen Aesten ab .... Diese Aeste gehen in die feinsten Fibrillen über .... Ob diese Ganglienzellen mit einander in Verbindung stehen oder nicht, bleibt noch ungewiss." *Wagner* stimmt hier mit *Kölliker* [37]) ein; s. *Wagner* und *Ecker*, Icon. physiolog. Tab. XIV. Fig. 4.

Indessen sind diese Angaben nicht der Art, um aus diesen Ganglienkörpern mehrere besondere Gattungen zu machen.

Die Elemente der Spinalganglien und derjenigen des Sympathicus bei Menschen und höheren Wirbelthieren betreffend, sagt *R. Wagner* 1854 [38]), dass in den Spinalganglien, dem Ganglion Gasseri vorhanden sind: 1) Bipolare Ganglienzellen, in der Regel und der grossen Menge nach. 2) Tripolare Ganglienzellen, in seltenen Fällen, wobei es ungewiss ist, ob nur eine Faser centripetal und die beiden andern peripherisch laufen, oder umgekehrt [39]). 3) Unipolare Ganglienzellen, bei höheren Wirbelthieren; doch vermuthet *Wagner* letzteres nur nach seinen Untersuchungen.

---

[34]) *R. Wagner*, l. c. p. 111 [35]) *R. Wagner*, neurol. Unters. p. 112. [36]) *R. Wagner*, neurol. Unters. p. 146.

[37]) *Kölliker*, mikroskop. Anatomie II. 449. Fig. 135. [38]) *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen, 1854. p. 184. 185.

[39]) Im Ganglion Gasseri und den Spinalganglien fand *R. Wagner* (Neurolog. Unters. 1854. p. 184.) „übereinstimmend mit *Remak*, niemals multipolare Ganglienzellen, wohl aber nicht selten einzelne, wo der eine Pol in einen kurzen einfachen Fortsatz auslief, der sich bald in zwei Aeste (offenbar Faseranfänge), einen dünneren und einen dickeren theilte. Ich schloss daraus, dass es so zu sagen tripolare Ganglienzellen gebe. Die Art der Untersuchung (Zerfaserung), welche allein möglich, macht es unmöglich zu bestimmen, ob die doppelte Faser nach der Peripherie oder nach dem Centrum gerichtet ist. Ist sie nach der Peripherie gerichtet, wie wohl wahrscheinlich, so schliesse ich daraus auf eine Faservermehrung in den Ganglien."

Ob multipolare Ganglienkörper in den sympathischen Ganglien vorkommen, wie *Remak* (1854) behauptet, hat *Wagner* zwar noch nicht bestätigen können, doch hält er sie für wahrscheinlich.

Diese von *Wagner* aufgestellten Ansichten modificirte er später. 1854 [40]) verwirft *Wagner* die apolaren Ganglienzellen gänzlich; unipolare lässt er noch zu, verwirft aber später [41]) auch diese, so wie die bipolaren; noch später [42]) hält er unipolare für „unsicher" und nimmt die bipolaren wieder an. Aber auch diese bipolaren verwirft *Wagner* wieder im Jahre 1854, weil er fand, dass an vielen Stellen des Gehirns beide Fortsätze in feine, oft büschelförmig entspringende Fasern übergehen, so dass alle diese Zellen als multipolare betrachtet werden müssen [43]).

Die bipolaren Zellen der Centraltheile betreffend, welche *Wagner* dort am „häufigsten" fand, so verwarf er diese 1854. *Wagner* sagt [44]): „Ueberall im Gehirn werden nur vielstrahlige Ganglienzellen (multipolare) gefunden, und alle angeblichen apolaren, bipolaren und unipolaren sind nur verstümmelte multipolare." Dasselbe nimmt *Wagner* auch von der Medulla oblongata an; ob vom Rückenmark — sagt er nicht.

An einer späteren Stelle [45]) nimmt *Wagner* an, „dass wenigstens bei'm Menschen und höheren Wirbelthieren alle Ganglienzellen des Gehirns und Rückenmarks multipolare sind." Deshalb will er aber nicht läugnen, „dass nicht hie und da in den Centraltheilen noch bipolare Ganglienzellen in die Continuität einzelner Fasern eingeschaltet sind," namentlich hält er solche Bildung „bei den kleinen kernartigen Zellen" für möglich, ähnlich wie in der Retina.

Später sagt *Wagner*: „Alle Ganglienzellen des Rückenmarks, verlängerten Marks und Mittelhirns u. s. w. haben einen überaus ähnlichen Charakter, und wesentlich den Typus wie in den electrischen Lappen des Zitterrochens (l. c. p. 163). Sie sind von verschiedener Grösse, verschieden pigmentirt, immer aber, wenn auch scheinbar bipolar, mit 4 bis 6 bis zu 15 und 20 Fortsätzen versehen, welche stets *a*) zur Verbindung der Ganglienzellen untereinander, und *b*) zum Ursprung von Primitiv-Nervenfasern dienen (l. c. p. 163)."

Aus diesen so wiederholt gewechselten Ansichten eines unserer besten Forscher dürfte wohl schon die grosse Unsicherheit hervorgehen, welche über die Zahl der von den Nervenzellen in den verschiedenen Provinzen des Nervensystems ausgehenden Fortsätze überhaupt herrscht. Dass aber die von einer Nervenzelle abgehende Zahl von Fortsätzen nicht ein Criterium abgeben darf, auf welches eine Classification der Nervenzellen zu gründen sei, mag man aus den übrigen schwankenden Angaben entnehmen, welche uns die Geschichte der Arbeiten über diesen Punkt darbietet. *Hannover* (l. c. 1844) glaubte, dass jede Hirnzelle zwei Faserursprünge habe; in neuerer Zeit weiss man, dass das nicht der Fall ist. *Kölliker* hielt die unipolaren Zellen in den Spinalganglien (1844) für die Regel. *Bidder* liess 1847 [46]) nur bipolare Zellen zu; die Anzahl der Fortsätze einer Nervenzelle nahm er an allen Zellen gleich an; wo mehr als zwei Fortsätze vorkamen, erklärte er sie für Artefacte. In den Centraltheilen, „wo die Verlängerungen (der Zellen) nicht eine gleichmässige, glashelle oder feinpunktirte Beschaffenheit [wie die angeblichen Artefacte], sondern ein fein und unregelmässig gestricheltes oder gefaltetes Ansehen hatten, und von der feingekörnten, gelblichen Nervenzelle zuweilen nicht scharf abgegränzt sind, so dass man wohl versucht werden kann, sie für ihres Inhalts entleerte und zusammengefallene Hirn- oder Rückenmarksröhren zu halten ...." nahm *Bidder* „nie mehr als zwei" Anhänge von solcher Beschaffenheit wahr, was ihn zu der Vermuthung brachte, „dass auch sie nur die Reste eines Cylinders sind, der in seiner Erweiterung einen Nervenkörper aufnimmt." Von dieser

---

[40]) *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen p. 57. und p. 194.
[41]) *R. Wagner*, 1854. l. c. p. 161. [42]) *R. Wagner*, l. c. p. 194. [43]) *R. Wagner*, l. c. p. 57.
[44]) *R. Wagner*, Januar 1854. Neurolog. Untersuchungen. p. 161.
[45]) *R. Wagner*, Neurolog. Untersuchungen. l. c. p. 194. 195. [46]) *Bidder*, l. c. p. 46. u. a. O.

exclusiven Ansicht ist *Bidder* wohl später zurückgekommen, indem seine Schüler, also wohl auch er selbst, mehr als zwei wirkliche Nervenfaser-Ursprünge von einer Zelle annehmen [47]).

Unmittelbar nach den Untersuchungen von *Bidder*, *Wagner*, *Robin* u. A. wurde die Annahme von dem allgemeinen Vorkommen der bipolaren Nervenzellen so exclusiv, dass *R. Wagner* [48]) sich bestimmen liess, zu behaupten, dass er die Ganglien nicht als Multiplicationsorgane für Nervenfasern ansehen könne. Jedoch zeigten die späteren Untersuchungen das Haltlose der oben erwähnten exclusiven Ansichten immer mehr und wiesen eine Uebereinstimmung der Nervenzellen wie im Allgemeinen, so auch in dieser Beziehung nach. Später hat *Wagner* aber selbst die multipolaren Nervenzellen doch als Vermehrungsorgane für Nervenfasern erklärt, und die unipolaren Nervenzellen wurden in neuerer Zeit eben so sicher gestellt (*Corti* u. A.) wie die multipolaren.

Dass die peripherischen Nervenzellen in Bezug auf die Zahl ihrer Fortsätze nicht so auffallend verschieden von den Nervenzellen der Centralorgane sind, geht aber aus vielen Thatsachen hervor. So fand schon *Stannius* [49]) in Ganglien, wo nur bipolare Nervenzellen angenommen wurden, drei Nervenfasern von einer einzigen Zelle abgehen; die neueren Untersuchungen *Frey's* und *Remak's*, der eine sehr grosse Zahl feiner Nervenfasern von einer Ganglienzelle in Spinalganglien entspringen sah, sprechen noch mehr für jene Gleichheit peripherischer und centraler Zellen. Ich habe in dem Ganglion Gasseri des Kalbes wiederholt und mit aller Evidenz tripolare und quadripolare Nervenzellen gesehen; und auch in der neuesten Zeit wendet sich *Kölliker* dieser Ansicht zu; denn wenn *Kölliker* [50]) sagt, dass in Ganglien Zellen mit verästelten Fortsätzen „selten" sind, [51]) beweist doch dies eben, dass sie da sind; und wenn *Kölliker* sagt, dass darin sich solche mit drei und vier Fortsätzen ebenfalls „selten" finden, die in dunkelrandige Röhren sich fortsetzen — (*Kölliker*, ibid.) — so muss dies eben ein genügender Beweis ihrer Existenz in den Ganglien auch für *Kölliker* sein.

Auch die sogenannten bipolaren grossen Nervenzellen im Rückenmarke von Petromyzon sind nur ungenügend erkannte multipolare Nervenzellen. Ich habe mit aller Evidenz von manchen dieser Zellen vier Fortsätze nach verschiedenen Richtungen abgehen sehen; die Längsabschnitte zeigen freilich in den meisten Fällen nur zwei Pole, von welchen in entgegengesetzten Richtungen Fortsätze abgehen (Genaueres in meiner Schrift über das Rückenmark). Auch die von *Bidder* behaupteten Abgänge zweier Nervenfasern von einer Zelle in peripherischer Richtung sind höchst problematisch, und *Stannius* [52]), welcher diese *Bidder*'schen Beobachtungen zu bestätigen scheint, thut dies doch ganz unbestimmt. Er spricht von „anscheinend peripherischer Richtung" und dass die beiden Pole „sich zu verhalten schienen" wie *Bidder* angegeben. Wer sagt uns denn, dass der 3. centripetale Pol nicht abgerissen war, selbst zugegeben, dass zwei centrifugale vorhanden waren? *Stannius* Angabe [53]) von tripolaren Nervenzellen in den Ganglien des Trigeminus und Facialis der Haifische, von denen er eine Abbildung giebt, die in der That keinen Zweifel aufkommen lässt — falls (wie nicht anders von *Stannius* zu erwarten ist) die Abbildung ganz getreu ist — deuten sattsam darauf hin.

---

[47]) S. die Dissertationen seiner Schüler: *Owsjannikow*, *Schilling*, *Kupffer* u. A.

[48]) *R. Wagner*, Handwörterbuch d. Phys. III. 1. Abth. p. 396. [49]) *Stannius*, l c. p. 48—49.

[50]) *Kölliker* hatte über das Verhältniss der hinteren Nervenwurzeln und ihrer Ganglien früher (bis 1850) die Behauptung aufgestellt, dass beide in keiner continuirlichen Verbindung stehen. In den Spinalganglien nimmt *Kölliker* den Ursprung neuer Fasern von je einer Ganglienkugel an; diese neue Faser verläuft peripherisch, steht also mit dem Rückenmarke nicht in Verbindung; *Kölliker* nennt sie Ganglienfasern. Mikr. Anat. 502—505. Die Fasern der hinteren Nervenwurzeln sollen durch das Ganglion hindurchlaufen, und „treten bei'm Menschen und Thieren in durchaus kein Verhältniss zu den Nervenzellen des Ganglion," p. 504. Indess ist *Kölliker* von diesen exclusiven Ansichten, wie aus dem Obigen hervorgeht, wohl wieder abgekommen.

[51]) *Kölliker*, Gewebelehre, 1855. p. 291. [52]) *Stannius*, Nervensyst. der Fische. 1849. p. 148.

[53]) *Stannius*, l. c. p. 148. 149.

Nach diesen und andern Thatsachen lässt sich kaum noch die Behauptung halten, dass zwischen centralen und peripherischen Nervenzellen in Beziehung auf die Zahl der von ihnen ausgehenden Fortsätze ein wesentlicher Unterschied Statt finde.

d) Auch die Dimension der von den Nervenzellen ausgehenden Fortsätze kann kein Criterion zu ihrer Unterscheidung abgeben, weder bei peripherischen, noch centralen Zellen. Dass zwischen Grösse der Nervenzellen und Grösse oder Breite der mit ihr in Verbindung stehenden Primitivfasern ein in der Art bestimmtes Verhältniss Statt finde, dass von grossen Zellen dicke Fasern, von kleinen Zellen dünne Fasern abgehen, wie *Bidder* [54]) und *Robin* [55]) behaupteten — ist durch viele Thatsachen widerlegt, die *Stannius, Wagner* u. A. mitgetheilt haben. Es gehen selbst von grössten Zellen feine Fasern ab, obwohl die dicksten Fasern nicht von den kleinsten Zellen, und der von *Bidder* gegen solche Ansicht im Voraus angeführte Grund entbehrt aller Stütze. Die verschiedene Gestalt der Ausläufer der multipolaren Nervenzellen in den Ganglien leitete nämlich *Bidder* [56]) von „dem Durchdringen der Ganglienkugel durch enge Spalten ihrer ersten Hülle" ab. Auch die Fortsätze der multipolaren Nervenzellen in den Centralorganen leitete *Bidder*, p. 46, „der grossen Mehrzahl nach" davon ab, „dass die innere, zähe, glasartige Grundmasse durch Zerrung, Druck u. dgl. ihre ursprüngliche regelmässig abgerundete Form aufzugeben genöthigt wurde .... und die zu drei, vier und mehrfacher Zahl vorkommenden Ausläufer, die *Purkinje* und *Hannover* abbildeten, seien sicherlich auf diese Art entstanden."

Auch von dieser Ansicht ist wohl *Bidder* zurückgekommen, da in den Schriften *Schilling's* und anderer seiner Schüler nicht mehr von diesem Axiom die Rede ist. Ein einziger feiner Abschnitt aus einem in Chromsäure gehärteten Rückenmarke weist übrigens jene Ansicht als unhaltbar nach. In der That eine eigenthümliche Ansicht, mit welcher *Bidder* wohl isolirt dasteht.

Schon 1849 fand *Stannius* [57]) an den peripherischen Ganglienzellen von Petromyzon, dass die von einer Zelle abgehenden Nervenfasern nicht gleich breit sind, eine oft schmal, die andere breit, und sprach sich gegen *Bidder's* [58]) Ansicht aus, obwohl er übrigens die schöne Entdeckung *Bidder's*, *Robin's* und *Wagner's* im weitesten Umfang bestätigte. Dass „von einer Seite (einer Ganglienkugel beim Rochen) eine feine, von der anderen eine dickere Faser entspringt, fand *R. Wagner*. [59]) Ausser *Stannius* haben *Remak*, *Wagner*, *Harless* [60]) u. v. A. so schlagende Beweise gegen jene Behauptung gebracht, dass auch von der Dimension der Nervenzellenfortsätze ein Criterion zu ihrer Classification nicht herzunehmen ist.

e) Die Structur der Nervenzellenfortsätze und ihr Verhältniss zu den Nervenfasern betreffend, oder mit anderen Worten, das Verhältniss der Nervenfasern zu den Nervenzellen betreffend, so war bekanntlich schon durch einen der ersten Beobachter *(Purkinje)* angenommen worden, dass die Fortsätze der (multipolaren) Nervenzellen aus einer dem Nervenzellenparenchym gleichen Masse bestehen. *Helmholtz* drückt dieses in seiner Schrift ganz entschieden aus, dass der Anfang aller von den Nervenzellen ausgehenden Fortsätze ein wenig von der nämlichen granulirten Masse enthält, aus welcher die Nervenzellen bestehen, während die entfernteren Abschnitte der betreffenden Fortsätze den

---

[54]) *Bidder* l. c. p. 35. 36. 40.

[55]) *Robin* l. c.; auch in *Froriep's* u. *Schleiden's* Neuen Notizen. April 1847. Nr. 26; II. Bd. Nr. 4. p. 50. III. Bd. Nr. 14. p. 212. 213.

[56]) *Bidder*, 1847. l. c. p. 26. 46.

[57]) *Stannius* sagt: „dass die in einen bipolaren Ganglienkörper eintretende Nervenfaser oft ausserordentlich fein, während die austretende Faser sehr viel breiter zu sein pflegt, oft 6—7 mal breiter. Es findet eine Verbreiterung der Markmasse und Erweiterung der Hülle Statt." S. *R. Wagner's* Neurol. Unters. 1854. p. 88.

[58]) *Stannius*, 1849, periph. Nervensystem der Fische, p. 93.

[59]) *R. Wagner*, Sympath. Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigung, in *R. Wagner's* Handwörterbuch d. Phys. III. Bd. 1. Abth. p. 364. 365. 366 1846. Fig. 28. 29. [60]) *Harless*, in *R. Wagner's* Handwörterb. IV. Bd. „Hören."

Nervenfasern ganz ähnlich seien[61]). Dieses war wohl die Ansicht aller Histologen, ausser *Hannover's*,[62]) bis zum Jahre 1847, wo *Bidder* eine ganz entgegengesetzte Meinung aufstellte. Das Verhältniss der Nervenfaser zu den Nervenzellen wurde nämlich von *Bidder*[63]) so dargestellt, als „liege die Ganglienkugel, innerhalb der Primitivnervenfaser, mitten in einer Röhre . . ., von allen Seiten von dem flüssigen Nerveninhalt umgeben, so dass sie in demselben frei zu schwimmen scheint, oder nur an den Polen der Erweiterung mit der Nervenflüssigkeit zusammenstossend, im übrigen Umfange an die innere Fläche der primitiven Nervenscheide unmittelbar angränzend." Die Ganglienkugel „füllt die erweiterte Stelle der Primitivfaser entweder nicht vollkommen aus, oder wird von dem Contour der erweiterten Stelle ringsum eng umschlossen," p. 24, oder ist in die Erweiterung der Nervenröhre „gleichsam eingezwängt," und „muss sich der Gestalt jener Erweiterung anpassen," p. 25., „wird von der Röhre in ihrem Inneren beherbergt," p. 31, 37., „die einfach dunklen parallelen Contouren einer Nervenfaser entfernen sich plötzlich von einander, um jederseits nach Beschreibung eines bogenförmigen, einem halben Kreise ähnlichen Weges wieder in die ursprüngliche Lage zu einander zurückzukehren, indem der auf solche Weise umschriebene Hohlraum eine Ganglienkugel aufnimmt," p. 37., die von dem flüssigen Inhalt in der Nervenröhre „vollständig umspült" wird, p. 48. *Bidder* wurde durch diese Anschauungen zu dem Schluss geführt: „Kein Theil der Ganglienkugel hängt continuirlich mit der Nervenfaser zusammen und kein Theil der letzteren lässt sich von der Ganglienkugel herleiten,"[64]) vielmehr sind die Ganglienkugel und die Fortsätze, nach *Bidder* (p. 24), ganz verschiedene Dinge. Man finde in der Regel „eine deutliche Gränze zwischen beiden, indem das Ansehen des Ganglienkörpers — auch desjenigen mit vermischten Gränzen — und des Nervenmarks doch verschieden sind." Gegen diese Ansicht aber sprechen alle besseren Beobachtungen, welche die Identität in dem Gewebe des Nervenzellenparenchyms und der Nervenzellen-Fortsätze documentiren. In der That eine eigenthümliche Anschauung, die, wäre sie wahr — und dann wäre die Nervenzelle in der Röhre gleich der Blutzelle in dem Capillargefäss zu betrachten (p. 48. 49) — allerdings, wie *Bidder* meint, die bisher geltenden Ansichten gänzlich umzukehren im Stande gewesen wäre. Aber die Sache verhält sich ganz anders. *Bidder* schloss aus der Durchsichtigkeit des Nervenfaserinhalts auf seinen Aggregatzustand; und da er das Nervenmark exclusiv für ein Fluidum hielt — so baute er auf diesen falschen Schluss sein ganzes Gebäude von dem Verhalten der in der Fasererweiterung schwimmenden Zelle auf.

Indessen bemerkte gleichzeitig (gegen *Bidder*) schon *R. Wagner*, dass „die Fortsätze, welche aus der Substanz der Ganglienkörper (des electr. Hirnlappens von Torpedo) selbst entspringen, ganz aus der gleichen körnigen Masse bestehen, wie die Ganglienkörper selbst"[65]). Auch an einer anderen Stelle seiner Abhandlung sagt *Wagner*: „Die (von den Nervenzellen) abgehenden Fasern zeigen immer in ihren Anfängen eine ähnliche feinkörnige Substanz, wie der Inhalt der Ganglienzellen[66]). Zuweilen verfolgt man das Mark bis in die Zelle (p. 373. §. 39)." Auch *Ch. Robin* fand zu gleicher Zeit, dass das Nervenzellen-Parenchym (bei Behandlung mit Alkohol sich zusammenziehend) „häufig durch zwei Fasern mit den beiden Mündungen der Fasern in Verbindung bleibt[67])." Diese Beobachtungen, an den Nervenzellen von Fischen gemacht, durch welche übrigens die hauptsächlichen Thatsachen, ganz

---

[61]) *Helmholtz*, de fabrica systematis nervosi. Berlin 1842.

[62]) Dass die aus einer Nervenzelle entspringenden Nervenfasern von der Zellenmembran und nicht vom Zellenkern entspringen — behauptete *Hannover* (1844. „recherches" p. 11); er wollte damit aber vielmehr andeuten, dass er auch bei den Hirnzellen, die nur freie Kerne zu sein scheinen, dennoch eine Hülle annimmt, und dass deren Faserursprünge nicht als vom Kerne ausgehend betrachtet werden könnten.

[63]) *Bidder*, 1847. l. c. p. 17 u. a. O. [64]) *Bidder*, 1847, l. c. p. 18—19.

[65]) *R. Wagner*, Handwörterb. d. Phys. III. 1. p. 377.

[66]) *R. Wagner*, Handwörterb. d. Phys. III. 1. Abth. p 372. §. 38. [67]) *Robin*, l. c. 1847; in *Froriep's* Notiz. l. c. p. 51.

wie sie auch von *Bidder* gefunden waren, bestätigt wurden, mussten schon Bedenken gegen die Anschauung *Bidder's* erwecken. Und diese Bedenken sind durch die Forschungen der neueren Zeit zu so evidenter Gewissheit gelangt, dass *Bidder* auch wohl selbst von seiner damaligen Ansicht jetzt zurückgekommen sein dürfte.

Schon *Stannius* behauptete 1850 [68]), dass der Axencylinder der peripherischen Nerven eine unmittelbare Fortsetzung des Nervenzellen-Parenchyms sei; diese Beobachtung zeigt mindestens den Zusammenhang des Nervenzellen-Parenchyms mit dem Marke oder dem Inhalt der Nervenfaser, und spricht gegen eine Trennung beider durch eine flüssige Schicht. Dass die Fortsätze der Ganglienkugeln in den Centraltheilen bei Petromyzon „ihrem ganzen Verhalten nach durchaus identisch sind mit dem Axencylinder der peripherischen Nerven und mit den hüllenlosen Fasern, welche in dem Rückenmarke angetroffen werden,“ sprach *Stannius* [69]) 1850 gleichfalls aus. Nehmen wir hierzu die von allen Histologen jetzt getheilte Annahme, dass „auch die Fortsätze der (centralen) Nervenzellen sehr elastisch sind, und sich, gleich den Axenfasern, sehr in die Länge ziehen lassen, um nachher sich wieder zu verkürzen,“ wie *Kölliker* angiebt [70]), und die weitere, jetzt wohl ebenfalls allgemein gewordene Ansicht über das Gewebe der Nervenzellen-Fortsätze, wie dieses *Kölliker* in neuester Zeit ausdrückt, wenn er sagt: „die Fortsätze (der grossen vielstrahligen Nervenzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks) bestehen offenbar aus denselben Elementen, wie die Zellen selbst, nämlich einer zarten Hülle und einem zähen, elastischen Inhalte, und sind anfänglich [d. h. zunächst der Zelle] fein granulirt oder schwach streifig; im weiteren Verlaufe, der bis auf 0,1—0,24''' verfolgt werden kann, werden sie mehr homogen ...“ [71]) — so möchte wohl genügend gezeigt sein, dass die von *Bidder* behaupteten Verhältnisse in der Natur nicht Statt finden, und zwar weder in den peripherischen, noch in den centralen Ganglienzellen.

Wir sehen vielmehr, dass in allen Nervenzellen der Hauptsache nach ein gleiches Verhältniss zu den von ihnen entspringenden Fasern Statt findet; und zwar in einer der folgenden Weisen:

a) Die Nervenfaser hängt durch ein mehr oder weniger verschmälertes Stück derselben mit der Nervenzelle zusammen. Dieses findet sich in centralen Nervenzellen (wie zuerst *Kölliker*, l. c. 1847, im Frosch-Rückenmark fand), sowie in peripherischen Nervenzellen (*R. Wagner*, *Robin* u. A.); oder

b) die Nervenfaser tritt in toto, ohne sich verschmälert zu haben, in die Nervenzelle ein (*Bidder*, *R. Wagner*, *Robin* u. v. A.). Hier findet eine Verbindung des Nervenmarks in seiner ganzen Breite mit dem Parenchym der Nervenzelle Statt.

Dieses Verhältniss des Eintritts des Marks der Nervenfaser in toto bis in das Parenchym der Ganglienzelle sah und zeichnet auch *Bidder* [72]). Er hält solches aber für ein Artefact: „indem die Ganglienkugel selbst .... an das entgegengesetzte Ende der Erweiterung (Nervenfaser) angedrängt wird, wird ein Theil der letzteren von dem krümeligen Nerveninhalt angefüllt, und — je nach dem Grade der Anfüllung — bald mehr, bald weniger dunkel und undurchsichtig.“ .... „Zuweilen gelingt es auch, diesen von einer Seite her aus der Nervenfaser in die erweiterte Stelle eintretenden Nerveninhalt mittelst Druck in die andere Seite der Nervenfaserhöhle hindurchzutreiben.“ *Bidder* ist aber hier, befangen von seiner Ansicht über die in der Nervenfasererweiterung „frei schwimmende“ Ganglienkugel, in der Deutung der von ihm gesehenen Dinge nicht streng genug gewesen. Denn wenn es auch zugegeben werden kann, dass man durch Druck und durch eine in Folge dessen entstandene Zerreissung der zarten Gewebe des Nervenfaser-Marks, das letztere in die Umgebung des

[68]) *Stannius*, l. c.; auch in *R. Wagner's* Neurol. Untersuchungen 1854. p. 89.
[69]) *Stannius*, ibid. und in *R. Wagner's* Neurolog. Untersuch. 1854. p. 88—91.
[70]) *Kölliker*, Gewebelehre. 1855. p. 291. [71]) *Kölliker*, Mikrosk. Anat. p. 416.
[72]) *Bidder*, 1847. l. c. p. 17. Tab. I. Fig. 1. 5. Tab. II. Fig. 8.

Zellenparenchyms, zwischen dieses und seine Hülle hineintreiben kann, was auch *Robin* sah — (den etwas flüssigeren und dunkleren Inhalt der Faser in die Kugel eintretend und deren Inhalt vor sich her schiebend, beschreibt auch *Robin* [73]): „zuweilen zieht sich die Kugel wieder zusammen und treibt denselben in die Nervenfaser zurück") — so folgt daraus noch keineswegs, was *Bidder* daraus schloss. Ich habe auf feinen Abschnitten aus dem gehärteten Ganglion Gasseri die doppelt contourirte Nervenfaser in toto in das Ganglienzellen-Parenchym eintreten sehen. Hier ist eine Verschiebung des Nervenmarks unmöglich. Ich muss daher meinen Beobachtungen zufolge die Darstellung des Verhältnisses des Nervenmarks zur Nervenzelle, wie sie z. B. *R. Wagner* [74]) giebt, der Hauptsache nach für naturgetreu halten, obwohl ich die abgerundete Contour des Nervenmarks innerhalb der Nervenzelle in der Nähe ihres unteren Poles nicht für genau halte. Richtiger sind die Zeichnungen *Wagner's*, wo das Nervenmark abgebrochen, und nicht abgerundet durch eine scharfe Contour begränzt, in der Zelle aufhört.

Die genaueren Verhältnisse des Nervenmarks zum Nervenzellen-Parenchym sind uns aber bis jetzt noch unbekannt, und wenn Manche annehmen, dass der Axencylinder der peripherischen Nerven eine unmittelbare Fortsetzung des Nervenzellen-Parenchyms sei, wie das von *Stannius* 1850 behauptet wurde [75]), welcher solches an Petromyzon direct beobachtet zu haben glaubt, — so lässt sich diese Behauptung aus den von den betreffenden Forschern gebrauchten schwachen Vergrösserungen erklären. Bei Anwendung der stärkeren und stärksten Vergrösserungen gewinnt man eine andere, weniger exclusive Ansicht, und die Ueberzeugung, dass das Verhältniss nicht so einfach ist. Dass aber Axencylinder und Nervenzellen-Parenchym — im Allgemeinen genommen — zusammenhängen, ein Continuum bilden, das versteht sich von selbst, und die von *Bidder* aufgestellte Ansicht, dass die Nervenzelle in einer Erweiterung der Nervenfaser „schwimme", lässt sich bei passender Untersuchungsmethode, diesen und andern Thatsachen gegenüber, durchaus nicht halten. Uebrigens hatte bereits *Harting* (vor *Stannius*) durch Behandlung der Theile mit arseniger Säure den Zusammenhang des Axencylinders und des Inhaltes der Ganglienkugeln deutlich dargestellt, wie auch *Kölliker* (Mikrosk. Anat. 1850. p. 511) mittheilt und in seiner „Gewebelehre", 2. Aufl. p. 336, abbildet.

Mögen diese kurzen Mittheilungen einstweilen genügen, um es wahrscheinlich zu machen, was ich oben zeigen wollte, dass zwischen peripherischen und centralen Nervenzellen auch in der letztbesprochenen Beziehung ein wesentlicher Unterschied nicht Statt findet [76]).

---

[73]) *Robin*, l. c. 1847. *Froriep's* Not. l. c. p. 51. [74]) *R. Wagner*, 1847. Neue Untersuch. Fol. l. c. Fig. 6, a.
[75]) *Stannius*, l. c. und in *R. Wagner's* Neurolog. Untersuchungen 1854. p. 89.
[76]) Die auffallenden pigmentirten Nervenzellen bieten auch kein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal. Bei allen jungen Subjecten findet man die Zellen im Locus coeruleus und in der Substantia nigra Sömmerringii ohne Pigment.

DRITTE ABTHEILUNG.

Ueber die Analogie zwischen Nervenprimitivfaser und Nervenzelle.

Vergl. Tab. II. Fig. 58. 59. 60.

Der innige Zusammenhang, in welchem die Nerven-Primitivfasern mit den Nervenzellen stehen, führt zu der Frage, welche Aehnlichkeiten und welche Verschiedenheiten zwischen diesen beiden Elementen des Nervensystems obwalten mögen. Die Beantwortung dieser Frage würde bedeutend erleichtert, vielleicht in ganz exacter Weise möglich sein, wenn die anatomischen Thatsachen schon jetzt gestatteten, genau festzustellen, in welcher Weise die einzelnen constituirenden Theile einer Primitiv-Nervenfaser sich verhalten, wenn sie sich mit der Zelle in Verbindung setzen oder nachdem sie in die Nervenzelle eingetreten sind. Da wir aber über dieses Verhältniss mehr nur Vermuthungen und noch nicht genügende anatomische Thatsachen haben, so bleibt uns vorerst, zur Ermittelung der Analogie zwischen beiden betreffenden Theilen, hauptsächlich nur der eine Weg, nämlich die genaue Vergleichung ihres beiderseitigen Baues, so weit er uns bis jetzt bekannt ist, übrig. Betrachten wir diesen von der Peripherie gegen das Centrum hin, so finden wir Folgendes:

1) Die äussere Hülle oder Scheide verhält sich, wie oben ausführlich angegeben worden ist, in beiden Theilen in Bezug auf Structur u. s. w. einander gänzlich gleich.

2) Das Nervenzellen-Parenchym (mit Ausschluss des Nucleus und Nucleolus) ist dagegen ein Gebilde, für welches in der Primitiv-Nervenfaser kein auffallendes Analogon zu finden ist. Man könnte das Nervenmark zwar als ein solches ansehen; indessen ich werde alsbald zeigen, dass für letzteres in der Zelle ein anderer Theil eher als ein Analogon zu betrachten sein dürfte.

3) Der Kern der Nervenzelle und das Mark oder der ganze Inhalt der Primitivfaser erscheinen dagegen in so auffallender Weise analog, dass eine Parallelisirung derselben mir sehr nahe zu liegen scheint. Die Elementarbestandtheile des Kerns (und deren Eigenschaften) sind den Elementarbestandtheilen des Nervenmarks, so weit unsere jetzigen Hülfsmittel das zu bestimmen erlauben, gleich oder fast gleich. Beide bilden ein überaus zartes Gewebe von Elementarröhrchen, welches in Bezug auf Consistenz, Brechung des Lichts u. s. w., die auffallendste Aehnlichkeit bietet, während das Parenchym der Nervenzelle ein festeres, derberes Gewebe besitzt. Beide, Nervenmark und Nucleus-Parenchym, nehmen gewöhnlich nicht und vielleicht niemals Pigment in sich auf. Die Dicke oder der Querdurchmesser des Nervenmarks in einer dicken oder breiten Nervenfaser, entspricht ziemlich auffallend dem Durchmesser des Nucleus einer grossen Nervenzelle; die Elementarröhrchen des Nerven-

marks stehen nach innen mit einem Centralgebilde, dem Axencylinder, in Verbindung, in ganz ähnlicher oder gleicher Weise, wie die Elementarröhrchen des Nucleus mit seinem Centralgebilde, dem Nucleolus, in Verbindung stehen; und endlich ist das Centralgebilde selbst in beiden von auffallender Aehnlichkeit im Bau. Wir wissen nämlich aus den vorausgegangenen Untersuchungen, dass

4) der Nucleolus, eben so wie der Axencylinder, aus drei verschiedenen Lagen oder Schichten zusammengesetzt ist, welche letztere wiederum aus Elementarröhrchen der feinsten Gattung bestehen. Die Dicke, oder der Querdurchmesser des Axencylinders einer breiten Nervenfaser ist dem Durchmesser des Nucleolus einer grösseren Nervenzelle gleich oder fast gleich; die einzelnen Schichten des Axencylinders brechen, wenn auch gewöhnlich nicht in ganz gleicher, doch aber in ähnlicher Weise das Licht, wie die einzelnen Schichten des Nucleolus, zuweilen sogar in ganz gleicher Weise. Die drei verschiedenen Schichten des Axencylinders senden Ausläufer in das umgebende Nervenmark in gleicher Weise, wie die drei Schichten des Nucleolus ihre Ausläufer in das umgebende Parenchym des Nucleus aussenden.

Während wir also zwischen Nucleus nebst Nucleolus einerseits und dem Nervenmark sammt eingeschlossenem Axencylinder andererseits eine auffallende Aehnlichkeit in Bezug auf deren Bau oder deren anatomische Beschaffenheit zugeben müssen, haben wir als Differenz nur deren äussere Form hervorzuheben. Der Nucleus und der Nucleolus sind Gebilde in Kugelform, das Nervenmark und der Axencylinder sind Gebilde in Cylinderform. Der Nucleus ist gleichsam ein Stück Nervenfaser in Form einer Kugel; die Nervenfaser ist ein in die Länge gezogener Nucleus, oder vielmehr eine unendliche Reihe von der Länge nach aneinander gereihten, zu einem einzigen Cylinder gleichsam zusammengeschmolzenen Nucleis. Vgl. Fig. 58. 59. 60.

Die Hauptdifferenz zwischen Nervenfaser und Nervenzelle liegt also in dem Nervenzellen-Parenchym, für welches in der Nervenfaser kein Analogon vorhanden ist. Die Nervenzelle erscheint demnach gleichsam als ein Stück Nervenfaser, um welches eine dickere oder dünnere Schicht einer eigenthümlichen Substanz herumgelagert ist, das Nervenzellen-Parenchym. Die Elementarbestandtheile dieses letzteren erscheinen zwar im Ganzen nicht verschieden von denen der Nervenfaser, sie scheinen nur ein derberes, festeres Gewebe zu bilden. Wodurch dieses letztere geschieht, ob durch engere, verwickeltere Verbindung der nämlichen Bestandtheile — welche, bei lockerer Verbindung und weniger verwickelter Verflechtung, Durchwebung u. s. w. das weichere, durchsichtigere, zartere Gewebe des Nervenmarks und des Nucleus bilden — ist vorerst nicht zu entscheiden, nur als eine Probabilität hinzustellen.

Um nun das Verhältniss dieses Nervenzellen-Parenchyms zur Nervenfaser oder zu bestimmten Theilen derselben, und eine Analogie zwischen beiden näher zu bestimmen, bliebe uns hauptsächlich zu ermitteln, in welcher Weise sich die gröberen und feineren Bestandtheile einer in eine Nervenzelle eintretenden Nervenfaser sich verhalten, und zwar zuerst zum Nervenzellen-Parenchym und hiernach zu den übrigen Theilen der Zelle (Nucleus und Nucleolus). Dass die Nervenfaser von der Stelle an, wo sie in die Zelle eintritt, bis zum Centrum der Zelle nicht unverändert bleibt, nicht in toto zu dem Nucleus und Nucleolus hingeht, — das ist wohl ein Satz, dem kein Widerspruch entgegenzusetzen ist. Auch ist es sehr die Frage, ob der Axencylinder in seinem ganzen Umfange, oder in seiner ganzen Dicke, ohne vorherige Veränderung des Aggregatzustandes seiner Elementar-Bestandtheile — in toto — durch das Zellenparenchym hindurch in den Nucleus eintritt. Nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen scheint mir dieses sogar verneint werden zu müssen. Am wahrscheinlichsten ist mir folgendes Verhalten: Bei dem Uebergang einer dunkelrandigen Nervenfaser in die Nervenzelle treten — an den verschiedenen Stellen der letzteren — die einzelnen Elementarröhrchen, welche das Nervenmark und den Axencylinder bilden, aus dem im Verlauf der Faser bis dahin beobachteten gegenseitigen Verhältnisse heraus und setzen sich zunächst in eine räumlich ausgebreitetere Verbindung als innerhalb

der Faser. Das Netzwerk ihrer Verbindungen nimmt einen grösseren Raum ein und bildet eine der Kugel- oder Spindelform ähnliche, wenn auch meist sehr verschieden geformte Masse, deren gröbere oder feinere centrifugale Ausläufer zahllose Verbindungen mit den ferneren und benachbarten Nervenfasern und Nervenzellen bedingen. — Einzelne Theile der in die Zelle eintretenden Nervenfaser behalten ihren Aggregatzustand — bis zu grösserer oder geringerer Tiefe ihrer Einsenkung in das Nervenzellenparenchym — eben so bei, wie in der Nervenfaser selbst, d. h. die Auflösung oder Zerstreuung ihrer Elementarröhrchen beginnt an einem dem Nucleus und Nucleolus näher oder ferner gelegenen Punkte der Zelle. Jedoch können einzelne Theile (Schläuche oder Schichten) des Axencylinders auch in toto zu dem Nucleus gelangen, und zwar auf. einem geraden Wege oder auf einem Umwege, d. h. in mehr gerader oder mehr geschlängelter Richtung. Die Centralschicht oder das Centralrohr des Axencylinders geht vielleicht stets, in toto, durch die ganze Dicke des Zellenparenchyms und des Zellenkerns hindurch bis zu dem Nucleolus. Ich sage aber nur: vielleicht. So wie die Elemente einer Nervenfaser sich innerhalb des Zellenparenchyms auflösen oder zerstreuen, so können aber auch wieder andererseits Elemente, die von verschiedenen Fasern her in die Zelle eintreten, sich zur Bildung eines neuen Theils des Nervenzellen-Parenchyms, wie eines neuen Theils einer Nervenfaser, z. B. eines Axencylinders, innerhalb des Zellenparenchyms oder überhaupt innerhalb der Zelle vereinigen. Dieser Satz ist zwar durch anatomische Thatsachen nicht bewiesen; ich stelle ihn nur als wahrscheinlich hin, weil wir in der Zelle häufig Gebilde finden, welche ein solches Verhalten wahrscheinlich machen. Von dieser Seite her betrachtet wäre alsdann das Nervenzellen-Parenchym als eine, durch die innige Vereinigung von Elementarröhrchen (von Nervenfasern und Nervenzellen) aus naher oder ferner Umgebung entstandene Masse, als eine neue Umlagerung der Nerven-Primitivfaser, und andererseits auch gleichsam als ein gröberer Centralpunkt für die Vereinigung einer grösseren oder geringeren Anzahl von Nervenprimitivfasern aus naher oder fernerer Umgebung, und zwar ihrer verschiedenen gröberen Bestandtheile, zu betrachten. Der Nucleus wäre dann mehr ein Sammelplatz für die verschiedenen feineren oder zarteren Elemente, insbesondere der Axencylinder der in die Nervenzelle eintretenden verschiedenen Fasern — umgeben von einer Schicht der ursprünglichen Mark-Elemente der verschiedenen Fasern —, und der Nucleolus endlich als der Sammelplatz der centralen Schichten oder feinsten Elemente der Axencylinder verschiedener Nervenfasern anzusehen. Dass hiernach eine Zelle sowohl Ursprungsort für neue Fasern, wie ein Sammelort verschiedener resp. ein Endigungsort für andere Fasern sein kann, gebe ich hiermit implicite zu.

Diese Anschauung, deren grosse Unvollkommenheiten allerdings sehr einleuchtend sind, und welche ich auch nur als den ersten schwachen Versuch zu einer Betrachtung der Elemente des Nervensystems von dieser Seite her bezeichne — würde sich aber nur bei denjenigen Nervenfasern und Nervenzellen einigermaassen rechtfertigen lassen, wo der Eintritt der Nerven-Primitivfaser in ihrer ganzen Breite oder Dicke in die Nervenzelle geschieht oder wo sie sich, in toto, mit ihr verbindend gefunden wird, wie z. B. in den Spinalganglien, oder in den sensiblen Nervenwurzeln mancher Thiere, wie solches z. B. von *Kölliker* [77]), von *Rudolph Wagner* [78]), von *Robin* (l. c.), von *Bidder* [79]), von *Stannius* [80]) u. A. dargestellt worden ist. Für andere Fälle aber, sowohl in den nämlichen Ganglien, wie aber auch vorzugsweise in den Centralorganen des Nervensystems, wo die Verbindung der dunkel contourirten Primitiv-Nervenfasern mit den Nervenzellen (wenn ihre von manchen Forschern, an deren Spitze *Kölliker* steht, noch bezweifelte Verbindung hier einmal als sicher vorausgesetzt wird) nur durch ein kürzeres oder längeres sogenanntes markloses Fragment eines Nervenzellen-Fortsatzes

---

[77]) *Kölliker*, Gewebelehre. 1855. Fig. 160. p. 336.

[78]) *R. Wagner*, Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven etc. Leipzig 1847. Fol. Fig. 6, a.

[79]) *Bidder*, 1847, l. c. Fig. 1. [80]) *Stannius*, l. c. 1849. Tab. IV. Fig. 11. 12.

oder einer Nerven-Primitivfaser bedingt wird, dessen Breite oder Dicke ganz auffallend geringer ist, als der Querdurchmesser der doppelt contourirten Nervenfaser, welche mit ihm in Continuität steht, — für diese Fälle, sage ich, würde die oben gegebene Erörterung kaum Geltung finden können, oder als zu künstlich kaum Beachtung verdienen, weil die Verbreiterung einiger dünner Fortsätze zu einer verhältnissmässig so grossen Masse, wie das Nervenzellen-Parenchym im Vergleich mit jenen ist, keinerlei Probabilität in sich zu tragen scheint. Indessen glaube ich dennoch, dass keine Differenz zwischen diesem letzten Fall und dem erstbesprochenen (Eintritt der Faser — in toto — in die Zelle) zugegeben werden kann; und zwar aus folgenden Gründen:

Alles, was man bis jetzt als verschmälerte Fortsätze der Nervenzellen, welche das Mittelstück zwischen Zelle und dunkel contourirter Faser darstellen, angesehen und abgebildet hat, sind mehr oder weniger Artefacte; zwar nicht in dem Sinne, dass jene Verbindungsglieder oder Mittelstücke nicht vorhanden wären, sondern in dem Sinne, dass sie in der Wirklichkeit nicht so isolirt verlaufen, wie sie von den Autoren dargestellt worden sind. Diese Mittelstücke zeigen nämlich, bei passender Untersuchung (mit den stärksten brauchbaren Vergrösserungen), unzählige Ausläufer feiner und feinster Gattung, durch welche sie mit ihrer Umgebung in Verbindung stehen. Diese feinsten Ausläufer werden bei der Isolirung der betreffenden Theile durch die Präparation abgerissen, und so erblicken wir häufig schmale Verbindungsglieder zwischen Nervenfaser und Nervenzelle, die nur ein Product unserer präparirenden Nadeln sind, während in der Wirklichkeit eine überaus grosse Menge feinster Elemente noch um jenes Artefact, den Rest der Verbindung zwischen Faser und Zelle, herum gelagert sind, nur in anderer Form als in der doppelt contourirten Nervenfaser. Es kommt hier nicht darauf an, für welchen Theil der Nervenfaser wir den einen oder andern blassen Ausläufer der Nervenzelle ansehen, ob wir denselben für einen Axencylinder halten oder nicht. Wir müssen nur zugeben, dass wir in jenen isolirten Mittelstücken zwischen Nervenfaser und Nervenzelle nur die Bruchstücke der natürlichen Verbindung sehen, welche den zerreissenden Nadeln etwas mehr Widerstand geleistet haben, als die meisten der zahllosen feinsten Ausläufer der Zelle oder Faser. Wenn wir also zugeben, dass die Elemente einer dunkelcontourirten Nerven-Primitivfaser sich näher oder ferner von einer Nervenzelle, mit welcher sie in Verbindung steht, in der Weise anders aggregiren oder zerstreuen, oder mit andern neuen Elementen anderer Nervenfasern verbinden können, dass jene Primitiv-Nervenfaser ihr ursprüngliches doppeltcontourirtes Ansehen verliert, und, weniger compact und geschlossen, in anderer Form, — nicht in toto — in die Nervenzelle übergeht, so folgt hieraus noch keineswegs, dass die betreffenden Elemente dieser Faser nicht — wenn einmal in der Zelle angelangt — sich in ganz gleicher Weise verhalten, wie die Elemente der in toto in die Zelle eintretenden doppeltcontourirten Primitivfaser.

Künftige Untersuchungen werden die Richtigkeit oder die Haltlosigkeit dieser Anschauung darstellen. Vorerst aber scheinen mir keine Gründe vorhanden zu sein, welche eine auffallende Differenz bedingen zwischen Fasern, die man dunkelcontourirt, in toto, in die Nervenzelle übergehen sieht, und zwischen solchen, die nur durch ein schmäleres Mittelstück mit der Zelle, resp. mit einem ihrer breiten Fortsätze, in Verbindung stehen; ich meine hiernach, dass auch dann kein Unterschied in dem Verhalten der feinsten Nervenfaser-Elemente beider Primitivfasern, nachdem sie in die Zelle selbst eingetreten sind, vorerst statuirt werden kann.

Die Nervenzelle wäre hiernach also, abgesehen von der, zum Wesen doch wohl weniger gehörigen äusseren Form, in der Art mit der Nervenfaser zu vergleichen, dass man annehmen könnte: die Nervenzelle sei ein grösseres oder kleineres Fragment einer Nervenfaser, um deren Peripherie an allen Punkten eine neue Lage von innig verflochtenen Elementarröhrchen sich angelegt hat, welche entweder von verschiedenen Nervenfasern der Umgebung herkommen, um hier einen Vereinigungspunkt zu finden, oder, von den Elementen verschiedener Nervenfasern ausgehend, hier sich sammeln, um die Elemente neuer Fasern zu bilden. Vergl. Fig. 58. 59. 60. und deren Erklärung.

Ich schliesse diese Betrachtung, ohne auf die Entwickelungsgeschichte der Nervenfaser und Nervenzelle einzugehen, von welcher später vielleicht die sichersten Aufschlüsse über die Analogie beider Theile zu erlangen sind. Für jetzt aber ist die Kenntniss der Theile selbst noch zu unvollkommen, und die Kenntniss ihrer Entwickluug noch zu weit zurück, um hierauf schon irgend eine Reihe von Wahrscheinlichkeitsgründen für die eine oder andere Ansicht aufzubauen. Ich weise nur auf einen idealen Querdurchschnitt durch eine Nervenprimitivfaser und eine Nervenzelle hin, um auf den ersten Blick die Aehnlichkeit in der Anordnung ihrer gröberen Bestandtheile zu zeigen. S. Fig. 59. und 60. Die Fig. 59, der ideale Querdurchschnitt einer Nervenprimitivfaser, ist dem Nucleus sammt Nucleolus auf dem idealen Durchschnitt durch eine Nervenzelle, in Fig. 60., vollkommen gleich. Die Grösse differirt zwar zufällig in der Zeichnung; in der Wirklichkeit aber wird man diese Grössendifferenz im Allgemeinen weniger finden, und selbst, wenn man sie findet, so thut das der Anschauung keinen wesentlichen Eintrag. Die Figur 58, ein idealer Längsdurchschnitt einer Nervenprimitivfaser, dient ebenfalls zur Erläuterung des Gesagten.

RÜCKBLICK.

Wie Vieles noch über den Bau der Zelle zu thun übrig bleibt, ist, nach dem Vorausgegangenen, mir wohl eben so klar, als irgend Jemanden. Möglich, dass Objecte aufgefunden werden, an denen die Elementarstructur der Nervenzelle deutlicher und sicherer als an den bis jetzt bekannten mit unseren jetzigen Hülfsmitteln erforscht werden kann. Die $1/7'''$ bis $1/5'''$ grosse Nervenzelle im Rückenmarke des Malapterurus, welche von *Bilharz* entdeckt worden (Freiburg. Berichte, 1854. Nr. 2.) und die der colossalen Nervenfaser des electr. Organs den Ursprung giebt, dürfte vielleicht, bei passender mikroskopischer Untersuchung, zur Aufhellung des feinsten Baus der Nervenzellen ein geeigneteres Object abgeben, als alle übrigen bisher untersuchten Zellen. Vielleicht geben auch die *Pacini*'schen Körper, von denen ich absichtlich in dieser Schrift nicht gesprochen habe, weil ihr Charakter als Nervenzellen noch nicht festgestellt ist, noch bessere Aufklärung.

Möglich, dass auch bessere optische Hülfsmittel, die Anwendung von 4—5000-facher linearer Vergrösserung, wie solche in neuester Zeit durch die Mikroskope von *Ross* ermöglicht sein soll, ohne dass Lichtmangel des Sehfelds hindernd einwirkt, die genauere Erkenntniss des Nervenzellengewebes fördert. Immer aber werden wir, je tiefer man in die Wunderwerke der Natur eindringt, um so grösser den Umfang der noch unbekannten Gebiete finden, je mehr der Räthsel man gelöst zu haben glaubt, auf desto grössere Reihen neuer Räthsel stossen, und fast mit Wehmuth muss man die tiefe Wahrheit erkennen, welche in des Dichters Worten liegen, die da sagen:

„Tief mit dem Lämpchen des Geist's steigt kühn in den Schacht der Erkenntniss
„Forschender Muth und erringt goldnen Gewinn sich, beglückt.
„Aber Dämone der Erde, die neidisch die Schätze bewachen,
„Wirren die Pfade nnd aus—blasen sie tückisch das Licht.“

(A. v. D.)

SCHLUSSWORT.

Es scheint mir nicht überflüssig zu sein, auf diejenigen Zweifel im Voraus einen Blick zu werfen, welche zuerst bei den Forschern sich gegen die Richtigkeit meiner Untersuchungen und gegen die Deutung der aus ihnen fliessenden Folgerungen wenden dürften. Es liegt — und ich fühle das selbst — ganz nahe, anzunehmen, dass die von mir geübte Untersuchungsmethode Kunstproducte und nicht natürliche Verhältnisse unter dem Mikroskop erblicken lasse. Man wird vielleicht die Chromsäure als ein Mittel betrachten, welches Fasern und Verbindungen vorspiegelt, an Orten, wo in der Natur keine vorhanden sind. Man wird die Härtungsflüssigkeit für eine zu concentrirte halten, man wird anorganische Niederschläge aus derselben, oder Faltenbildung, durch die härtende Wirkung der Chromsäure entstanden, und dergleichen in solchen Theilen vermuthen, die ich als die optische Erscheinung von Fasern und Röhrchen betrachte. Begreiflicher Weise habe ich mir selbst alle diese und andere Einwendungen gemacht, bevor ich mich entschliessen konnte, die betreffenden Gebilde der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle in der Weise zu betrachten und zu bezeichnen, wie ich das im Vorausgegangenen gethan habe. Ich habe deshalb nicht blos aus Chromsäurepräparaten, welche in den starken, oder in mittelstarken Lösungen gehärtet waren, meine Schlüsse gezogen, sondern auch aus Präparaten, die in ganz schwachen Chromsäure-Lösungen gehärtet waren, ferner aus ganz frischen Präparaten, die ohne alle Reagentien behandelt, oder in farblosen anderen Flüssigkeiten gehärtet waren, wo die optische Täuschung, welche man als durch die Färbung des Präparats bedingt annehmen könnte, ganz ausgeschlossen bleibt. Ich habe ausserdem durch Vergleichung der Arbeiten meiner Vorgänger und der unter den verschiedensten Umständen von ihnen beobachteten Thatsachen die Uebereinstimmung mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen darzulegen gesucht, und somit glaube ich ein Material geliefert zu haben, welches man nicht von vorn herein als auf losem Grunde stehend ansehen dürfte. Ich bemerke noch insbesondere, dass ich vielfach in Weingeist gehärtete Theile (Nervenfasern und Nervenzellen) mikroskopisch untersucht habe, und dass ich — obwohl hier die Färbung nicht so wie in den Chromsäurepräparaten vorhanden ist, und die Weingeistwirkung manche Uebelstände bedingt, welche bei den Chromsäurepräparaten wegfallen — doch wesentlich die nämlichen Elemente in Weingeistpräparaten erkannt habe, wie in Chromsäurepräparaten, vorausgesetzt, dass die betreffenden Theile nicht zu lange in Weingeist gelegen, und durch Ausscheidung von Cholesterinkrystallen ihre Brauchbarkeit zu diesen Untersuchungen eingebüsst hatten.

Vor Allem aber bemerke ich dem Einwurf gegenüber, dass die in der Härtungsflüssigkeit enthaltene Chromsäure theilweise in dem Innern der Nervenprimitivfaser oder der Nervenzelle Niederschläge bedingen und hier die verschiedensten Formen von körnigen und faserigen Massen bilden könnte, daher zu der optischen Erscheinung von Fibrillen oder Röhrchen und dergleichen, vorzugsweise bei den höchsten Vergrösserungen, Anlass gebe, — diesem Einwurf gegenüber bemerke ich, dass derselbe durchaus nicht begründet werden kann. Um dieses genauer darzulegen, werde ich hier die Art und Weise betrachten, in welcher die Chromsäure auf die Nervensubstanz einwirkt. Bekanntlich ist die Chromsäure so leicht in Wasser löslich, dass sie selbst an der Luft zerfliesst. Wenn man nun einen Nerven oder ein Rückenmarksstück u. s. w. in eine Chromsäurelösung legt, so dringt die Chromsäure nach den bekannten physikalischen und chemischen Gesetzen in das Gewebe des organischen Theils ein, färbt solches mehr oder weniger braun, je nach der Concentration der Lösung, und der betreffende Theil nimmt eine verhältnissmässig bedeutende Härte an. Wenn man von einem solchen Chromsäurepräparat einen feinen Abschnitt anfertigt, und in diesem eine Nervenfaser oder eine Nervenzelle bei den stärkeren oder den stärksten Vergrösserungen untersucht, so dass man die von mir als Elementarröhrchen bezeichneten Gebilde unter dem Mikroskop beobachtet, während man gleichzeitig das Präparat mit destillirtem Wasser edulcorirt, so sieht man nicht die allergeringste Veränderung in dem Aggregatzustand der fraglichen Theile. — Wären letztere also durch die Chromsäure erzeugt, oder beständen sie aus Chromsäure, so müssten sie doch nothwendig verschwinden, respect. durch den Wasserzusatz und die Ausspülung mit wiederholt zugegossenen Wassermengen verdünnt, aufgelöst und entfernt werden. Der Wasserzusatz verändert aber die Chromsäurepräparate nicht, wie auch schon *Kölliker* und Andere ausdrücklich früher bemerkt haben. Es ist also nicht die Chromsäure, wenigstens nicht als solche, welche die Farbe der betreffenden Nervengebilde bedingt, und demgemäss auch nicht Chromsäure, die zu optischen Täuschungen in genannter Beziehung Anlass geben kann. Man muss also hieraus den Schluss ziehen, dass die Chromsäure, während sie in die betreffenden Theile des Nervensystems eindringt, mit diesen chemische Verbindungen eingeht, oder in diesen sich chemisch verändert, und also in den sogenannten Chromsäure-Präparaten, wenigstens dem grössten Theile nach, nicht mehr als Chromsäure enthalten ist, sondern in anderer Form; und die chemische Analyse von solchen vorgängig in Chromsäure gehärteten Theilen, welche ich durch die kundigen Hände mehrerer tüchtigen Chemiker, nämlich des Professors *Winkelblech* und des Herrn *Tutton*, so wie durch Medicinalassessor Dr. *Schwarzkopf* hierselbst veranlasst habe, ergab in ganz übereinstimmender Weise, dass in jenen Präparaten gar keine oder nur sehr geringe Mengen reiner Chromsäure vorhanden sind, sondern nur Chromoxyd in verschiedenen Stufen.

Die Veränderungen, welche die Chromsäurelösung, sobald sie mit den genannten organischen Theilen in Berührung ist, erleidet, sind in der That sehr in die Augen springend. Denn die anfangs helle, weingelbe Lösung verändert allmählig ihre Farbe. Die Flüssigkeit (Chromsäure) färbt sich nämlich unter den gegebenen Bedingungen allmählig dunkler, und diese dunklere Färbung entsteht dadurch, dass die Chromsäure, als ein heftig oxydirender Körper, an die organischen Theile Sauerstoff abgiebt, und dadurch zuerst zu braunem in Wasser löslichem Chromoxyd reducirt wird. Die Nerven-Substanzen oder Chromsäure-Präparate selbst aber nehmen, je älter sie werden, oder je länger sie in der Lösung von Chromsäure liegen, eine um so dunklere braune, oft schwarzbraune Farbe an, und wenn man diese Theile oder feine Abschnitte aus diesen Chromsäure-Präparaten einige Zeit in Weingeist aubewahrt, so nehmen dieselben eine blaue oder blaugrüne Farbe an. Diese genannte braune Farbe der Chromsäure-Präparate ist aber durch Chromoxyd bewirkt, wie die chemische Analyse ergiebt, und kann nur aus der Reduction der Chromsäure nach ihrem Eindringen in die Elemente der organischen Substanz erklärt werden. Eben so zeigt die chemische Analyse in den durch Alkohol grün gefärbten Chromsäure-Präparaten grünes Chromoxyd, und die Entstehung des letzteren kann nur aus

der durch Alkohol bewirkten Reduction des braunen Chromoxyds in grünes erklärt werden. Zugegeben also, dass die in die Gewebe eindringende Chromsäure in den betreffenden nervösen Gebilden sich durch Sauerstoffabgabe in dunkelbraunes Chromoxyd oder in grünes Chromoxyd verwandelt, so entsteht die weitere Frage, in welcher Form das Chromoxyd in den betreffenden Theilen enthalten ist. Zunächst wird man annehmen, dass das Chromoxyd in Form eines amorphen Pulvers darin abgelagert werde, und also in jenen Geweben das Ansehen von Körnchen und von Fasern möglicher Weise veranlassen könnte. Wenn dieses der Fall wäre, so müsste man bei mikroskopischer Untersuchung die einzelnen Partikelchen des in die Gewebe abgelagerten Chromoxyds unterscheiden können. Es ist aber auch bei den allerstärksten Vergrösserungen nicht möglich, die färbenden Elemente zu erkennen; und wenn also die chemische Analyse nachweist, dass in den braungefärbten Chromsäure-Präparaten die braune Farbe durch das darin abgelagerte Chromoxyd bedingt ist, so muss auf der andern Seite zugegeben werden, dass dieses Chromoxyd in so fein zertheilter Form in den Geweben enthalten ist, dass seine constituirenden Theile oder seine Atome oder einzelnen Molekule mit unsern jetzigen Hülfsmitteln durchaus nicht erkannt werden können. Hieraus folgt selbstverständlich, dass die in solcher Feinheit abgelagerten Theile eines färbenden Körpers unmöglich so grobe Formen bilden können, wie das die Elementarröhrchen und die gröberen und feineren Körnchen, z. B. in Nervenzellen, sind. Wollte man aber dennoch behaupten, dass aus der concentrirten Chromsäurelösung Niederschläge von Chromoxyd an den verschiedensten Stellen eines betreffenden organischen Theils in mehr oder weniger grosser Masse Statt finden könnten, so müsste man vor allen Dingen zugeben, dass solche Niederschläge am augenfälligsten an solchen Orten auftreten müssten, wo in den organischen Theilen präformirte Höhlungen, Spalten, oder Canäle, Hohlräume vorhanden sind, in welchen eine grössere Menge der Härtungsflüssigkeit Eingang findet und fortwährend stagnirt, als in den compacten Theilen, z. B. in der Fissura anterior, dem Canalis centralis des Rückenmarks u. s. w. Die Erfahrung zeigt aber das Gegentheil dieser Voraussetzungen. Wir finden weder in den leeren Räumen der Fissura anterior, noch im Centralcanal Niederschläge von Chromoxyd. Wir müssen also schliessen, dass durch die Härtungsflüssigkeit, selbst wenn sie ganz dunkel geworden ist, und also ihre Säure zum grössten Theil, wenn nicht ganz, in saures chromsaures, in Wasser lösliches, Chromoxyd verwandelt worden ist, nirgends ein Absatz von Chromoxyd in leere Räume oder Spalten organischer Stoffe bewirkt wird, vorausgesetzt, dass letztere unter dem Niveau der Flüssigkeit liegen, und nicht etwa theilweise von der verdunstenden Flüssigkeit entblöst, also dem Contact der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind; in den genannten Spaltungen und Höhlungen bleibt vielmehr die Härtungsflüssigkeit im Zustande der Lösung, und sie setzt kein Chromoxyd ab. Dieses geschieht vielmehr nur in organischen Gebilden, welchen sie Sauerstoff abgeben kann [81]), wobei sie sich als Chromoxyd in den feinsten, mit unsern Hülfsmitteln nicht erkennbaren Atomen in die Gewebe ablagert und solche färbt.

Es folgt aber aus dem Mitgetheilten, dass an solchen Stellen eines Nerventheils, wo natürlich präformirte leere Räume sind, z. B. in dem Centralcanal des Rückenmarks, unter dem Niveau der Flüssigkeit, eine Ablagerung von Chromoxyd gar nicht stattfinden kann, weil hier eben keine organischen Theile vorhanden sind, an welche die Chromsäure Sauerstoff abgeben könnte. Man findet daher in allen guten Chromsäure-Präparaten den Centralcanal des Rückenmarks leer, und nicht von abgelagertem Chromoxyd erfüllt; und was man für solche Ablagerungen darin hielt, waren abgestossene Epithelialzellen oder andere Gebilde, durch mangelhafte Präparation dahin gelangt, wie ich an anderem Orte

[81]) An den Gefässen, in welchen man Gehirn-, Rückenmarks- und andere Theile in Chromsäurelösung aufbewahrt, sieht man häufig, wenn die Gefässe offen sind, also das Wasser verdunstet — dass an den Wänden der Glas- oder Porcellan-Gefässe sich eine braune, in Wasser unlösliche Masse, in Form von dünnen Krusten, oberhalb der Flüssigkeit, absetzt. Diese Masse, chemisch untersucht, erweist sich als in Wasser unlösliches Chromoxyd.

genauer nachweisen werde. Daher auch z. B. in dem Querabschnitt einer *Müller*'schen Faser von Petromyzon die Gebilde, welche ich als die Verbindungstheile des Axencylinders mit der Hülle bezeichnet habe, nicht als ein chemischer Niederschlag aus der Chromsäurelösung betrachtet werden können. Man wird niemals jene Gebilde durch Zusatz von entfärbenden Reagentien zum Verschwinden bringen können, wie ich mich durch Versuche wiederholt überzeugt habe. Wenn ich daher zugebe, dass die Chromsäure-Lösung bis in das Innerste selbst der feinsten Elemente der Nervenfaser und Nervenzelle eindringt und solche färbt, und auch zugebe, dass sie nach dem Eindringen in die Elementarröhrchen mit deren Inhalt chemische — in Wasser unlösliche — Verbindungen eingeht, und in solcher Weise die Formen der betreffenden Theile sichtbarer werden (bei mikroskopischer Beobachtung), als im frischen Zustande, — so muss doch immerhin auch zugegeben werden, dass die äussere Form und Begränzung der gefärbten Theile durch das thierische Gewebe und nicht durch das Reagens erzeugt ist, dass letzterem nur die Färbung zuzumessen ist, und demnach also muss ich mich gegen die Annahme erklären, als könnte in den Gebilden des Nervensystems, so lange sie in einer wässerigen Lösung von Chromsäure oder löslichem sauren chromsaurem Chromoxyd unter dem Niveau der Lösung befindlich sind, blos durch Niederschlag aus dieser Lösung, eine so constante Mannichfaltigkeit von Formen, in welchen die Elementarröhrchen erscheinen, bedingt werden. Mag immerhin noch Vieles in diesen Gebieten dunkel sein, mögen noch viele hier nicht einmal berührte Fragen aufzuklären übrig bleiben; jedenfalls glaube ich die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit einer so groben Täuschung, wie die Verwechselung chemischer Niederschläge des Reagens mit feinsten thierischen Gewebs-Elementen sein müsste, hier nicht voraussetzen und selbst a priori nicht einmal zugeben zu dürfen. Künftige Forschungen werden und müssen natürlich auf diese Punkte ein genaueres Augenmerk richten, als bisher geschehen ist, und künftige Hülfsmittel der Untersuchung dürften vielleicht auch entscheidendere Aussprüche an die Hand geben, als es mit unsern jetzigen Hülfsmitteln möglich ist. Es sind jedoch einige Punkte genauer zu berücksichtigen, die ich hier nicht übergehen will.

1) Die Chromsäure, welche im Handel vorkommt, und die zu technischen Zwecken in Fabriken aus Chromkali und Schwefelsäure bereitet wird, ist niemals chemisch rein, sondern sie enthält grössere oder geringere Mengen von schwefelsaurem Kali. Dieser Umstand bedingt nicht selten die Ablagerung einer zahllosen Menge von Krystallen von schwefelsaurem Kali auf organischen Stoffen, welche in solcher Chromsäure-Lösung, namentlich unter Luftzutritt und also Statt findender Verdunstung des Wassers, aufbewahrt werden. Ich habe zuweilen Hirn-, Rückenmarks- und Nerventheile, nachdem sie einige Wochen lang in Chromsäure-Lösung von 6—8 % Säuregehalt gelegen hatten, an ihrer Oberfläche ganz rauh, dem Gefühle nach wie mit feinem Sande bedeckt gefunden; während am Rande des Gefässes sich ein brauner und grüner Ansatz, aus Chromoxyd, neutralem chromsaurem Kali und schwefelsaurem Kali bestehend, absetzte. Die genauere mikroskopische Untersuchung jener Krystalle (schon bei 25facher Linear-Vergrösserung erscheinen sie von der Grösse eines Stecknadelknopfes), die von einem kundigen Krystallographen, dem Lehrer der Mathematik an der höheren Gewerbschule, Herrn *Mähl* hierselbst, verificirt wurde, zeigte, dass diese Krystalle aus Rhomboëdern und Skalenoëdern bestanden, welche bei chemischer Untersuchung (durch die Reactionen gegen salpetersauren Baryt, auf Schwefelsäure, und durch Pikrinsäure, auf Kali) sich als aus schwefelsaurem Kali bestehend documentirten. Diese Krystalle fanden sich auch in der Fissura anterior und anderen Stellen, und konnten ihrer Grösse und Form wegen zu keiner Verwechselung mit den fraglichen Elementargebilden des Nervensystems Veranlassung geben.

2) Wenn man die braune Flüssigkeit — in welche sich die anfangs hellgelbe Chromsäurelösung, nachdem sie einige Zeit über den betreffenden organischen Theilen gestanden hat, verwandelt — mit Alkohol vermischt, so wird dieselbe augenblicklich schmutzig grün, falls die zugesetzte Alkoholmenge genügend ist; hier wird offenbar grünes Chromoxyd abgeschieden, welches bei mikroskopischer Unter-

suchung (unter 700 — 900-facher linearer Vergrösserung) aus lauter runden Körnchen von $^1/_{1500}$''' Durchmesser bestehend erscheint. Die einzelnen Körnchen haben eine dunkle, scharfe Contour und eine hellere bläuliche Mitte. Die anfangs schmutzig grüne Flüssigkeit klärt sich beim ruhigen Stehen allmählig auf, indem sich auf dem Boden des Gefässes ein Niederschlag sammelt. Bringt man von diesem Niederschlag kleine Portionen unter das Mikroskop, und untersucht solche mit den verschiedenen und endlich höchsten Vergrösserungen, so findet man, dass auch dieser Niederschlag aus lauter kleinen runden oder rundlichen Körperchen mit dunkler Contour und heller Mitte besteht, und dass ihr Durchmesser meist $^1/_{1500}$''' beträgt. Oft aber bilden viele dieser runden Körperchen eine feste, zusammenhängende Masse, welche durch ihr fein granulirtes Ansehen eine täuschende Aehnlichkeit mit dem Nervenzellen-Parenchym hat, nicht selten sogar in einer geraden Richtung, linienartig, aneinander gereiht, auf den ersten Blick einem Elementarröhrchen ähnlich sehen. Man findet selbst Theile darin, die einem Nucleolus ähneln, und ein feuerrothes Centrum und eine blaue Umgebung desselben zeigen. Solche Phänomene sind ganz geeignet, den Beobachter mit einem tiefen Misstrauen gegen die körnigen Gebilde im Nervenzellen-Parenchym, gegen die verschieden gefärbten Schichten des Nucleolus u. s. w. zu erfüllen, und haben begreiflicher Weise auch mich selbst nur zu verdoppelter Aufmerksamkeit, vor Täuschungen auf der Hut zu sein, angespornt. Es ist aber gegen den etwaigen Einwurf, dass die im Nervenzellen-Parenchym erscheinenden körnigen Gebilde und die verschiedenen Farben des Nucleolus (und mancher Punkte im Nervenzellen- und Nucleus-Parenchym) die Folge von Niederschlägen des grünen Chromoxyds seien, — der eine Umstand schon als schlagender Beweis anzusehen, dass in Nerven-Primitivfasern solche körnige Massen nicht vorkommen, wenigstens nicht im Nervenmark und in der Hülle, und im Axencylinder — wenn überhaupt — doch nicht in gleicher Form wie in den Nervenzellen. Ja, wenn es wahr wäre, dass die körnigen Massen im Nervenzellen-Parenchym von Chromsäure-Präparaten, die in Alkohol aufbewahrt oder mit Alkohol behandelt worden sind, nichts Anderes als Niederschläge von Chromoxyd wären, alsdann müsste man zugeben, dass jede organische durch Chromsäure gehärtete Substanz, nach Behandlung mit Alkohol etc., unter dem Mikroskop ein ganz gleiches Ansehen zeigen müsste, wie das Nervenzellen-Parenchym; dass also eine Muskelfaser, eine Sehnenfaser etc. ganz den Anblick des Nervenzellen-Parenchyms geben müsste. Denn in allen diesen Theilen wirkt der Alkohol in gleicher Weise auf das mit denselben verbundene Chromoxyd, oder auf die in ihnen noch theilweise als Chromsäure befindliche Chromverbindung ein. Bekanntlich ist jenes aber nicht der Fall.

Bedürfte es noch anderer Beweise, dass das körnige Ansehen des Nervenzellen-Parenchyms nicht durch Präcipitation oder Ausscheidung von grünem Chromoxyd in Form der feinen Körnchen durch die erwähnte Behandlung der Chromsäure-Präparate mit Alkohol erzeugt wird, so finden sich die Beweise in dem Umstande, dass das körnige Ansehen des Nervenzellen-Parenchyms sich in Chromsäure-Präparaten, die nicht mit Alkohol behandelt wurden, so wie in ganz frischen Nervenzellen, die ohne alle Reagentien untersucht werden, vorfindet. Dieser letztgenannte Umstand involvirt auch den Beweis, dass das granulirte Ansehen des betreffenden Gewebes nicht durch das braune, in Wasser unlösliche, Chromoxyd erzeugt wird.

3) Wenn man Nerventheile, Rückenmark, Gehirn etc., nach deren Härtung in Chromsäure, aus dieser Härtungsflüssigkeit herausnimmt, und jene dann zu weiterer Aufbewahrung und Untersuchung in Alkohol legt, so wird der Alkohol anfangs trübe, gelbgrünlich, und es scheidet sich ein flockiger, grüner Niederschlag ab, welcher alle die gehärteten organischen Theile einhüllt und theilweise sich auf den Boden des Gefässes absetzt, während die Flüssigkeit allmählig sich klärt, und die organischen Theile selbst ihre anfangs braune Farbe in eine grüne verwandeln. Nach dem Vorausgegangenen bedarf diese ganze Reihe von Vorgängen kaum einer genaueren Erörterung. Der trübende grüne Niederschlag ist grünes Chromoxyd, durch die Alkoholwirkung erzeugt. Ohne Zweifel wird bei dem

Einlegen der organischen Gebilde in Alkohol ein Theil der mechanisch an ihrer Oberfläche haftenden und in den vielen Spalten befindlichen Lösung des (löslichen) braunen Chromoxyds mit in den Alkohol gebracht. Dieses Chromoxyd verhält sich begreiflicher Weise eben so, wie wenn man Alkohol mit der braunen Flüssigkeit vermischt, wie ich im Vorhergehenden angegeben habe. Vielleicht ist auch in der Lösung und in den organischen Theilen Chromsäure im nicht zersetzten Zustande enthalten, welche durch Alkohol gleichfalls in grünes Chromoxyd reducirt wird.

Aus dieser Abscheidung grünen Chromoxyds, welches unter dem Mikroskop sich ganz eben so verhält, wie das aus der braunen Flüssigkeit (lösliches braunes Chromoxyd) durch Alkohol ausgeschiedene Präcipitat, könnte man den Schluss ziehen, dass die Alkoholwirkung auch im Innern von weisser und grauer Substanz in Hirn- und Rückenmarks-Theilen etc. solche Niederschläge bedingt, und dass die verschiedenen Formen derselben zur optischen Erscheinung der von mir als Elementarröhrchen u. s. w. beschriebenen Gebilde Anlass geben könnten. Indem ich die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit jener Niederschläge durch Alkohol im Innern von Nervengebilden nach ihrer Härtung in Chromsäure zugebe, muss ich aber zugleich bemerken, dass die von mir beschriebenen Elementarröhrchen nicht eine Folge jener, nicht eine optische Täuschung sein können, weil man diese Gebilde, in ganz gleicher Form sowohl in solchen Nerventheilen findet, die in Chromsäure gehärtet und nachher nicht mit Alkohol in Berührung gebracht werden, als auch in solchen, die in Alkohol gehärtet wurden und kein Chromelement enthalten, wie auch endlich in ganz frischen Theilen, welche ohne alle Reagentien behandelt worden sind.

Wenn ich also zugebe, dass Alkohol wohl im Stande ist, Abscheidungen oder Niederschläge auf der äusseren Oberfläche von Rückenmarks- oder Gehirn- und Nerven-Präparaten zu bewirken, die in Chromsäure gehärtet sind, so muss ich auf der andern Seite in Abrede stellen, dass im Innern der genannten Gewebe solche Niederschläge von gleicher Form Statt finden. Auf der äusseren Oberfläche findet der Alkohol das in Wasser gelöste, mechanisch anhängende, braune Chromoxyd; im Innern der Gewebe aber findet derselbe die mit unsern Hülfsmitteln nicht erkennbaren Atome des in Wasser unlöslichen Chromoxyds; und wenn ich also auch zugeben will, dass Alkohol diese Atome reducirt, und dass diese Atome braunen Chromoxyds sich in Atome des grünen Chromoxyds durch Alkohol verwandeln, so können diese Atome im Innern der Gewebe nicht die einmal eingegangene mechanische Verbindung mit den Gewebstheilen verlassen, wie das mit dem löslichen braunen Chromoxyd an der Oberfläche der organischen Theile und innerhalb der braunen Auflösung der Fall ist. Jene Atome können nicht ihre Oertlichkeit wechseln, auch wohl nicht ihre Form, wenn gleich sie chemisch sich verändern. In der braunen Auflösung des Chromoxyds hingegen kann der Alkohol Niederschläge von grösserem Volum erzeugen. Ich gehe nicht tiefer auf diesen Gegenstand ein, weil ich sonst die Theorie der Färbung und die ganze atomistische Theorie hier genauer zu besprechen hätte. Ich sage nur: dass auch das in grünes Chromoxyd durch Alkohol reducirte braune innerhalb der Nervengebilde seine einzelnen Atome mit unseren schärfsten Vergrösserungen nicht erkennen lässt, also auch nicht zu der optischen Erscheinung von Fasern oder Körnern Anlass geben kann, sondern dass auch von den durch das grüne Chromoxyd bedingten Färbungen der organischen Elemente dasselbe gilt, was ich eben von den durch das braune Chromoxyd bedingten Färbungen gesagt habe.

4) Die oben erwähnten Farben, in welchen die gröberen Niederschläge des grünen Chromoxyds (durch Alkohol) in Form runder Körperchen das Licht brechen, manche roth, manche blau — verdienen eine genauere Berücksichtigung; ich überlasse es künftigen Forschungen der Physik und Optik, Genaueres hierüber zu ermitteln, und begnüge mich, einstweilen blos auf die Thatsache aufmerksam gemacht zu haben.

5) Die Untersuchungen von *Bidder* und einigen seiner Schüler (*Owsjannikow, Metzler, Kupffer*) haben auf die Entfärbung von Chromsäure-Präparaten (Rückenmark etc.) durch verdünnte Schwefel-

säure hingewiesen. Jene Forscher haben geglaubt, dass durch dieses Reagens die ächt nervösen Theile unverändert gelassen, die bindegewebigen Theile aber durchsichtig gemacht werden, und dass dieses Reagens dazu dienen könne, Bindegewebe von Nervensubstanz in feinen Abschnitten mikroskopisch zu unterscheiden. Ich habe vielfach feine Abschnitte von Chromsäure-Präparaten mit verdünnter Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersalzsäure (Königswasser) behandelt, und hierbei, wie jene, gefunden, dass, wenn Säuren auf durch Chromoxyd braun gefärbtes Rückenmark, Gehirn etc. entfärbend wirken, sie zuerst das braune Chromoxyd in grünes reduciren (die Flüssigkeit zeigt anfangs eine braune, später eine grüne Farbe) und mit diesem sich zu einem Salze verbinden, welches, wenn es wie das schwefelsaure in Wasser löslich ist, von letzterem ausgezogen wird. Königswasser wirkt noch rascher als die Schwefelsäure entfärbend. Wenn man diese Reagentien auf feine Abschnitte, z. B. aus dem Rückenmark, wirken lässt, so findet man, dass die Nervenfasern der weissen Substanz, wie die der grauen Substanz, wenn sie in dickeren Bündeln zusammenliegen, selbst nach vielen Tagen nicht auffallend verändert oder unkenntlich werden; wenn sie aber vereinzelt oder in kurzen Fragmenten im Abschnitt enthalten sind, so erscheinen sie allmählig weniger deutlich, indem sie durchsichtiger werden. So sieht man z. B. die dunklen Querdurchnittsflächen von Längsfasern, welche in der sogenannten gelatinösen Substanz auf Querabschnitten erscheinen, allmählig in immer geringerer Zahl, je länger die Säure auf den Abschnitt wirkt. Die Nervenzellen und ihre Fortsätze werden aber in einer auffallend raschen Weise von den genannten Säuren durchsichtig gemacht, entfärbt, und die graue Substanz des Rückenmarks erleidet daher die auffallendste Veränderung durch die Säuren. Dieser letztgenannte Umstand hat *Bidder* und seine Schüler (*Owsjannikow, Kupffer, Metzler* etc.) zu der Ansicht geführt, dass die graue Substanz des Rückenmarks (einschliesslich der gelatinösen) nicht als eine wahre Nervensubstanz, sondern nur als Bindegewebe verschiedener Entwickelungsstufen anzusehen sei, in welches die Nervenzellen und Nervenfasern eingelagert wären. Insbesondere haben *Kupffer* u. *Metzler* (Vogelrückenmark, 1855) ein grosses Gewicht darauf gelegt, dass sich die graue Substanz des Rückenmarks auf feinen Abschnitten, wenn mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, ganz eben so verhalte, wie die Fortsätze der Pia mater in der Fissura anterior und posterior, indem beide gleich durchsichtig werden, und die vor der Anwendung des Reagens in ihnen bei mikroskopischer Untersuchung erkannten faserartigen Gebilde nach Einwirkung des Reagens gänzlich verschwinden. Sie erklärten deshalb die erwähnten faserartigen Theile für Falten der betreffenden Gewebe, welche durch die Schwefelsäure deshalb verschwinden, weil dieses Reagens die Gewebe aufquellen mache, die Falten also ausgleiche.

Diese Ansicht erscheint — meinen Erfahrungen zufolge — in keiner Beziehung gerechtfertigt, wie ich das in meiner nächstens erscheinenden Schrift über das Rückenmark ausführlich nachweisen werde. Hier will ich nur so viel mittheilen, dass die Annahme von Faltenbildung eine eben so wenig bewiesene ist, als die Annahme einer Aufquellung der Gewebe in Folge der Einwirkung verdünnter Schwefelsäure auf dieselben. Dass aber die Entfärbung von in einem Chromsäure-Präparate enthaltenen Gewebstheilen, durch die Einwirkung von Schwefelsäure, nicht als Criterion benutzt werden darf, um von der Farblosigkeit auf die anatomische Beschaffenheit der fraglichen Gewebe zu schliessen, das geht schlagend aus dem Umstande hervor, dass das Nervenzellen-Parenchym durch Schwefelsäure eben so durchsichtig wird, wie die Pia mater, ein Umstand, welchen auch *Metzler* selbst anführt. Da nun — wenn irgend ein Theil — dann das Zellenparenchym als nervös κατ' ἐξοχήν angesehen werden muss, so geht hieraus hervor, dass *Bidder* und seine Schüler entweder auch das Nervenzellenparenchym für Bindegewebe erklären müssen, weil es sich gegen Schwefelsäure eben so verhält, wie letzteres, oder, dass die von ihnen als Criterion angesehene Reaction die Geltung nicht verdient, welche die genannten Forscher ihr beigelegt haben. Da die Nervenzellen-Fortsätze aus dem nämlichen Gewebe bestehen, wie das Nervenzellen-Parenchym selbst, und die vielfachen Theilungen dieser Fortsätze ein sehr verwickeltes Gewebe bilden, aus welchem die graue Substanz des Rückenmarks der Hauptsache

nach zusammengesetzt ist, so begreift es sich leicht, dass die graue Substanz des Rückenmarks in Abschnitten von Chromsäure-Präparaten durch Schwefelsäure eben so durchsichtig wird, wie das Parenchym der grossen Nervenzellen selbst, ohne dass es deshalb gestattet sein darf, solche für Bindegewebe anzusprechen.

Aus diesen fragmentarischen Bemerkungen möge nur der Schluss gezogen werden, dass die Anwendung entfärbender Substanzen auf Chromsäure-Präparate schwerlich eine entscheidende Rolle bei der Lösung der betreffenden Fragen erlangen werde.

Eine andere Quelle von Täuschungen dürfte man vielleicht in den von mir gebrauchten Mikroskopen finden wollen. Indessen auch diese Quelle von optischen Täuschungen glaube ich vermieden zu haben. Ich arbeitete hauptsächlich mit zwei Mikroskopen, einem der grössten Gattung von *Schiek* und einem andern solchen von *Kellner.* Letzteres, welches ich in Paris mit den besten Mikroskopen von *Nachet, Oberhäuser* und *Chevalier* zu vergleichen Gelegenheit hatte, zeigte sich auch bei den höchsten Vergrösserungen, welche es bietet (700 und 900 linear), den besten anderen wo nicht an Klarheit und Schärfe überlegen, so doch wenigstens keinem nachstehend. Das *Schiek*'sche Mikroskop liefert aber bis zu 360-facher Vergrösserung so ausgezeichnete Bilder, dass diese kaum etwas zu wünschen übrig lassen. Für die 700-fachen und höheren Vergrösserungen giebt das *Schiek*'sche Mikroskop allerdings ein zu lichtarmes Sehfeld, daher ich solches auch nicht für die Erforschung bei so hohen Vergrösserungen angewendet habe. Dagegen bietet das Sehfeld des *Kellner*'schen Mikrokops auch bei 700- und 900-facher Vergrösserung eine völlig genügende Klarheit und Schärfe. Gegen die Anwendung so hoher Vergrösserung herrscht nun zwar, unter den jetzigen Forschern, gewissermaassen ein Vorurtheil, und man hält die Ergebnisse der genannten höheren Vergrösserungen für verdächtig, für unsicher, daher für bedenklich; die aus solchen Vergrösserungen gezogenen Resultate für wenigstens nicht so absolut frei von optischen Täuschungen, als die Resultate der 300—400-fachen Vergrösserungen. Dies Vorurtheil gegen die genannten hohen Vergrösserungen ist aber durch nichts Anderes begründet, als durch die Mangelhaftigkeit der Mikroskope, welche den bisherigen Forschern zu Gebote standen, vor Allem aber durch die Lichtarmuth des Sehfeldes bei den genannten Vergrösserungen, und den daraus folgenden Mangel an Klarheit und Schärfe des im Focus befindlichen Objects. Da nun aber in der neueren Zeit die Optiker evident bessere Instrumente liefern, als die früheren waren, da insbesondere, so weit meine Erfahrungen reichen, die von *Kellner* in Wetzlar zuletzt angefertigten Mikroskope, dann die von *Nachet* in Paris, und neuerdings von *Meyerstein* in Göttingen verfertigten Instrumente bei den 700—900-fachen Vergrösserungen vollkommen scharfe und genügend klare Bilder geben, so sehe ich nicht einen einzigen triftigen Grund, der von dem Gebrauche dieser Vergrösserungen überhaupt abhalten könnte.

Was endlich die verschiedenen Farben betrifft, in welchen die betreffenden Elemente des Nervensystems das Licht brechen, so wird hier gewiss auch, wenn nicht den meisten, doch gar manchen Forschern eine optische Täuschung zu Grunde zu liegen scheinen, oder doch wenigstens die Folge der angewandten chemischen Reagentien vorzuliegen scheinen. Ich habe zwar in dem Vorausgegangenen speciell darauf aufmerksam gemacht, dass das nicht der Fall ist, und dass diese Farbenunterschiede an ganz frischen Nervenfasern etc., die nur mit destillirtem Wasser u. dgl. nicht färbenden Theilen behandelt, sicher, auch bei schwachen Vergrösserungen (360) an Nervenfasern wenigstens ganz scharf, hervortreten. Trotzdem will ich mich hier gegen einen Vorwurf verwahren, welchen ich mir im Anfange meiner Untersuchungen oft selbst gemacht habe, bevor mir die Sache entschieden klar war. Es schien mir oft, als ob die in einem gewissen Focalabstand blau erscheinenden Elementarröhrchen bei wechselndem Focus roth würden, d. h. also, dass die nämlichen Elementarröhrchen einer Nervenfaser oder einer Nervenzelle, je nach dem Focus, bald blau, bald roth das Licht polarisiren. Nach vielfachen und genauen Untersuchungen muss ich aber behaupten, dass dieses in der That nie der Fall ist, und dass ein Elementarröhrchen, oder ein von mir als solches bezeichnetes Element oder Fragment einer Nerven-

primitivfaser oder Nervenzelle nicht blos stets das Licht in den nämlichen Farben bricht, wenn es im Focus scharf sichtbar erscheint, sondern auch seine nämliche Farbe, obwohl natürlich etwas schwächer, beibehält, wenn der Focus etwas verstellt wird, und überhaupt in der nämlichen Farbe erscheint, so lange es überhaupt gesehen wird. Wenn man daher erst ein blaues Elementarröhrchen, und dann, anscheinend an der nämlichen Stelle und in gleicher Form, bei Verstellung des Focus ein rothes gewahrt, und hieraus den oben berührten Schluss ziehen wollte, so würde man sehr irren, denn bei genauer Untersuchung wird man immer finden, dass das rothe Elementarröhrchen entweder dicht neben, oder dicht über, oder dicht unter (meist aber dicht neben) dem blauen Elementarröhrchen gelagert ist. Ein anderer Beweis, dass das Licht nicht von einem und demselben Element einer Nervenfaser bald blau, bald roth, je nach der Focaldistanz, gebrochen wird, erhellt aber auch daraus, dass man z. B. an der Doppelcontour frischer Nervenfasern stets die rothe Schicht aussen und die blaue Schicht innen sieht, bei Verstellung des Focus aber diese Schichten niemals ihre Farben wechseln. Mögen auch die von mir in Betreff der verschiedenen Lichtbrechung der betreffenden Nervenelemente gemachten Mittheilungen nur als die ersten Schritte auf einem bis jetzt vielleicht noch nicht betretenen Felde angesehen werden; immerhin glaube ich, dass sie die Beachtung der Naturforscher erheischen, und künftigen weiteren Untersuchungen als Anfangspunkte dienen müssen.

Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind bei einer 800-fachen linearen Vergrösserung unter einem Mikroskope von *Meyerstein* in Göttingen gezeichnet worden. Fig. 3. 4. 5. 12. 13 zum Theil illuminirt.

Fig. 1. Längsabschnitt aus der in Chromsäure gehärteten vorderen Nervenwurzel des 7. Halsnerven eines Kalbes. Wenn man das betreffende Rückenmarksstück von $1\frac{1}{2}$—2″ Länge sammt anhängenden Nervenwurzeln und häutigen Umhüllungen in die Härtungsflüssigkeit legt, und nur die dura mater an der vorderen und hinteren Fläche der Länge nach einschneidet, damit die Härtungsflüssigkeit allseitig leicht Zutritt hat, alsdann bietet das Rückenmark, auf welchem die Wurzeln des 7. Halsnervenpaars in querer Richtung dicht aufliegen, nach der Härtung zugleich die Handhabe und Unterlage dar, welche es ohne Schwierigkeit möglich machen, von den Nervenwurzeln ihrer Länge nach feine Abschnitte mit dem Rasirmesser zu nehmen.

Man sieht hier sechs Nervenprimitivfasern parallel neben einander liegen, *aa'*, *bb'*, *cc'*, *dd'*, *ee'*, *ff'*, alle so ziemlich von gleichem Durchmesser, jedoch ist die Faser *cc'* am stärksten; an einer jeden erkennt man, mehr oder weniger längs der Mitte verlaufend, den Axencylinder, **, **, die dunklen Doppelcontouren an jedem äusseren Seitenrande, **, und die vielfach verflochtenen Elementarröhrchen, z. B. bei *h*, zwischen Axencylinder und Doppelcontouren. Das Genauere der Erklärung folgt bei Fig. 3.

Fig. 2. Längsabschnitt aus der hinteren Nervenwurzel desselben Nerven des Kalbs. Man sieht hier fünf Nervenprimitivfasern, ziemlich parallel neben einander liegen, *aa'*, *bb'*, *cc'*, *dd'*, *ee'*. Zwischen der Faser *cc'* und *dd'* ist das Fragment einer anderen Primitivnervenfaser sichtbar. Man gewahrt an allen diesen Fasern wesentlich die nämliche Beschaffenheit, wie an den in Fig. 1 dargestellten.

Fig. 3. Eine isolirte Nervenprimitivfaser aus der hinteren Nervenwurzel. Diese Faser ist auch deshalb hier dargestellt, um an ihr die Einzelheiten genauer zu bezeichnen, welche man nachher an den übrigen in Fig. 1. u. 2. dargestellten Nervenprimitivfasern desto leichter und sicherer wiedererkennen wird. Man sieht vor Allem den Axencylinder, *aa'*, ziemlich in der Mitte der Faser verlaufend; derselbe zeigt dünnere, *t*, und dickere Stellen, *f'*, in seinem Verlaufe; in seiner unteren Hälfte zeigt derselbe Längsstreifen, *d'*, gleichsam als wäre ein doppelter Axencylinder vorhanden. Die Peripherie der Nervenfaser, *ss'*, *ss'*, zeigt beiderseits die Doppelcontour, vielfach unterbrochen; die Scheide oder Hülle der Nervenfaser ist nirgends so isolirt zu sehen, wie sie an frischen Fasern durch Reagentien sichtbar gemacht werden kann. Jedoch sieht man Ausläufer der Hülle, *i*, *i'*, *i''*, welche aus ihrer Verbindung mit benachbarten Primitivfasern durch die Präparation losgerissen sind, als vereinzelte Elementarröhrchen. Die Verbindungstheile zwischen

Axencylinder und Peripherie der Primitivfaser zeigen sich hier in den mannichfaltigsten Formen; bald sind es querlaufende Elementarröhrchen, *g*, *g'*, gleich Leitersprossen, bald schräglaufende und bifurcatorisch getheilte, *r*, oder mit einander anastomosirende, *e*, Elementarröhrchen, welche den ganzen Raum zwischen Peripherie und Axencylinder erfüllen oder das sogenannte Nervenmark constituiren. Das verschiedene Ansehen dieser Elementarröhrchen bietet bald eine Aehnlichkeit mit spiralig um die Nervenfaser herumlaufenden Fasern (Fig. 1, aa', bb' u. s. w.), bald die verschiedensten anderen unregelmässigeren Formen.

Fig. 4. Theil eines Querabschnitts aus dem Stamme des in Chromsäure gehärteten N. brachialis eines Ochsen. Man sieht hier die Querdurchschnittsflächen von 24 dickeren und 7 oder 8 feineren Nervenprimitivfasern. Ich habe den am oberen Rande der Abbildung befindlichen Querdurchschnitt einer Primitivnervenfaser zur genaueren Bezeichnung gewählt; die übrigen zeigen mehr oder weniger deutlich die nämlichen Verhältnisse. Man sieht die äussere Peripherie, *a*, als eine vielfach unterbrochene kreisähnliche Linie; eine isolirte Hülle ist auch hier nicht zu sehen. Der Axencylinder, *b*, erscheint fast in der Mitte, unregelmässig geformt; die zwischen der Peripherie und dem Axencylinder befindlichen Theile, das sogenannte Mark, *c*, besteht aus einer grösseren oder kleineren Menge von nahezu jedoch nicht ganz concentrisch verlaufenden Linien, gleich vielfach unterbrochenen Kreisabschnitten oder Spiralabschnitten (Fragmenten von Elementarröhrchen). Die Verbindung des Axencylinders mit der Peripherie der Nervenprimitivfaser (resp. die Ausläufer des Axencylinders) sieht man bei *d*, in dem Querabschnitt der benachbarten Primitivfaser, oder bei *e*, in einer am unteren Rande der Abbildung befindlichen Faser; jedoch bei weitem nicht so deutlich, als dies in der Natur ersichtlich ist. Die Verbindungen verschiedener benachbarter Nervenprimitivfasern durch Elementarröhrchen, welche brückenartig von der Peripherie der einen zu der andern gehen, bei *k*, oder Sförmig von der einen zur andern verlaufen, bei *r*, oder endlich sich kreuzend von der einen zur andern treten, bei *n*, sind in verschiedener Weise ersichtlich.

Fig. 5. Theil eines Querabschnitts aus den weissen Hintersträngen eines in Chromsäure gehärteten Kalbsrückenmarks. Man sieht hier, ähnlich wie in der vorhergehenden Figur, eine Menge von Querdurchschnittsflächen dickerer und dünnerer Primitivnervenfasern. Nur sind dieselben weniger isolirt als in dem peripherischen Nervenstamm. Die einzelnen Primitivnervenfasern liegen dichter zusammen, und sind mit einander in einer complicirteren Verbindung. Indess unterscheidet man an einer jeden mehr oder weniger deutlich die äussere Peripherie oder Hülle, *a*, den mehr oder weniger in der Mitte befindlichen Axencylinder, *b*, und zwischen beiden das sogenannte Nervenmark, *c*, ganz in derselben Form, wie das bei der vorhergehenden Figur beschrieben worden ist. Ebenso unterscheidet man die Verbindungen des Axencylinders mit der Peripherie einer und derselben Primitivnervenfaser, z. B. bei *d*, oder (bei einer anderen Primitivnervenfaser) bei *e*; ferner unterscheidet man die Verbindungen benachbarter Primitivnervenfasern durch Elementarröhrchen, bei *n*, im Ganzen in gleicher Weise, nur zahlreicher, wie in Fig. 4.

Die verschiedenen Durchmesser einzelner Elementarröhrchen sind in den Zeichnungen nicht deutlich genug, um auf solche specieller aufmerksam zu machen. Jedoch wird man bei genauer Ansicht Unterschiede derselben bemerken, sowohl was den Durchmesser verschiedener, als was die wechselnden Durchmesser eines und desselben Elementarröhrchens betrifft.

Fig. 6—9 stellen Abschnitte aus dem in Chromsäure gehärteten Rückenmarke von Petromyzon fluviatilis vor.

Fig. 6. Längsabschnitt aus dem Petromyzon-Rückenmark, welcher drei Müller'sche Fasern *AA'*, *BB'*, *CC'*, enthält. An einer jeden dieser Fasern unterscheidet man den Axencylinder, *aa'*, die äussere Hülle, *bb'*, und das Mark, *cc'*, zwischen Axencylinder und Hülle. Man sieht die Verbindung der Hüllen je zweier nebeneinanderliegender Fasern durch ein unentwirrbares Netzwerk von Elementarröhrchen. Ferner die Ausläufer der Axencylinder, bei *, *, *, und an andern zahllosen Punkten. Im Nervenmark, *cc'*, selbst gewahrt man sowohl Querdurchschnittsflächen von feineren und feinsten Elementarröhrchen (als kleinere oder grössere Punkte oder Kreise), als auch kleinere oder grössere Strecken von Elementarröhrchen in Continuität, die nichts anderes sind, als Ausläufer des Axencylinders oder die Verbindungsglieder zwischen Axencylinder und Hülle. An vielen Stellen sieht man nur einen leeren Raum, weil das zarte „Nervenmark" entweder während der Präparation durch den Weingeist weggespült wurde, oder von dem schneidenden Messer nicht abgetrennt ward.

Fig. 7. Eine isolirte Müller'sche Faser in einem Längsabschnitte aus dem Petromyzon-Rückenmarke. Man sieht hier den nicht ganz in der Mitte verlaufenden Axencylinder, *aa'*, die äussere Hülle oder Peripherie, *bb'*, *bb'*; und zwischen diesen das Nervenmark, *cc'*, welches aber an den meisten Stellen fehlt, aus eben genannten Gründen. Die Ausläufer des Axencylinders, *, *, *, sieht man an zahllosen Stellen desselben, dergestalt, dass der Axencylinder gar keine scharfen Contouren an den meisten Stellen zeigt, sondern wie mit einem Filzgewebe umgeben erscheint.

Fig. 8. Eine andre Müller'sche Faser. Der Schnitt traf diese Faser nicht durch die Mitte, sondern mehr seitlich; der Axencylinder, *aa'*, erscheint hier besonders gross, und die Hülle, *bb'*, sehr dünn, im Verhältniss zu den in Fig. 6 und Fig. 7 dargestellten Hüllen. Da der Axencylinder mehr von der Axe der Primitivfaser entfernt liegt, als dies in den beiden vorigen Figuren ersichtlich ist, also in einer bestimmten Richtung der äusseren Hülle viel näher liegen muss, als in jenen Fasern, so sieht man hier die Hülle beiderseits resp. ihre Längsdurchschnittsfläche ganz besonders nahe an den Axencylinder gerückt. Das Unterbrochensein der Contouren des Axencylinders, bei *c* z. B., ferner die Ausläufer desselben, bei *d* z. B., sieht man an zahllosen Stellen. Trotzdem gewahrt man viele leere Räume an dem Platze des sogenannten Nervenmarks, aus oben angegebenen Grunde.

Fig. 9. Querdurchschnittsfläche einer Müller'schen Faser (in dem Querabschnitte vom Rückenmarke des Petromyzon fluviatilis enthalten). An der Peripherie dieser Faser erscheint die dicke Hülle, *a*, aus einem unentwirrbaren Netzwerke feiner und feinster Elementarröhrchen bestehend. Zunächst der inneren Gränze dieser Hülle gewahrt man die vielfach unterbrochene Doppelcontour, *b*, welche nichts anderes ist als eine in Continuität sichtbare Strecke von Elementarröhrchen, welche, nach kurzem Laufe in der einen Richtung, entweder nach innen oder nach aussen in eine andere Richtung umbiegen, z. B. bei *c*. Innerhalb der nicht ganz kreisrunden Hülle erscheint vor allem auffallend der Axencylinder, *d*, etwas excentrisch liegend, von unregelmässiger mehr ovaler Gestalt. Man bemerkt an demselben drei verschiedene Schichten. Die äussere Schicht zeigt die Doppelcontour, bei *d*, vielfach unterbrochen, und Ausläufer in centripetaler wie in centrifugaler Richtung abgebend. Die centrale Schicht, *e*, ist etwas dunkler als ihre Umgebung, die intermediäre oder zweite Schicht, *h*. Zwischen Axencylinder und äusserer Hülle sieht man die Verbindungstheile Beider nicht, unähnlich dem Netze eines Spinnengewebes, d. h. eine Menge von Elementarröhrchen, die theils radienartig vom Axencylinder zur Hülle verlaufen, z. B. bei *i*, und an vielen andern Stellen, sich als evidente Ausläufer des Axencylinders documentirend, theils in den verschiedensten anderen Richtungen den Raum des sogenannten Nervenmarks erfüllend, resp. das Nervenmark bildend. Ausserdem gewahrt man, in Form kleiner Kreislinien oder Punkte, die Querdurchschnittsflächen von Ausläufern des Axencylinders, resp. Elementarröhrchen, welche der Länge nach verliefen, bei *k*, und an andern Stellen. An vielen Punkten gewahrt man im Raum des sogenannten Nervenmarks leere Stellen, deren Entstehung oben bereits erklärt worden ist.

Fig. 10. Nervenzelle aus den grauen Vorderhörnern des Frosch-Rückenmarks (in einem Querabschnitt enthalten). Die Zelle ist in grauer Substanz eingebettet, *a*, deren Elemente als ein unentwirrbares Filzgewebe feiner Elementarröhrchen erscheinen. Indessen unterscheidet man doch die Hülle der Nervenzelle, *b*, als eine feine Doppelcontour, welche vielfach unterbrochen die Zelle umgiebt. Die nach innen wie nach aussen in andre Richtungen abbiegenden Theile der Doppelcontour, resp. der Elementarröhrchen, *b'*, gewahrt man an vielen Stellen. Zwischen der Hülle *bb'* und dem Zellenparenchym, *d*, erscheint an den meisten Stellen, um das letztere herum, ein heller Raum, *c*, der eine grössere oder kleinere Zahl von Fragmenten von Elementarröhrchen enthält, die das Zellenparenchym mit der Zellenhülle verbinden, bei *e* z. B., und an andern Stellen sichtbar. In diesem hellen Raume erscheinen grössere oder kleinere rundliche Gebilde, welche als Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Nervenzellenfortsätzen, *g*, *h*, resp. von in die Nervenzellen eintretenden Nervenfasern zu betrachten sind. — Zwei solcher grosser Nervenzellenfortsätze sieht man bei *i*, *k*; das Nervenzellenparenchym, *d*, zeigt sich zusammengesetzt aus einer unentwirrbaren Menge von anastomosirenden Elementarröhrchen, und an vielen Stellen seiner Peripherie erscheint die Doppelcontour z. B. bei *x*. Der Nucleus ist in dieser Zelle nicht sichtbar, weil in der betreffenden Schnittfläche nur ein so unbedeutender Theil desselben enthalten ist, dass er nicht gewahrt werden kann. Dagegen tritt der Nucleolus, *m*, in einer desto auffallenderen Weise hervor.

Man sieht dessen unterbrochene Doppelcontour, ferner einen in fast gerader Richtung nach links gehenden Ausläufer, *, grösser als der Durchmesser des Nucleolus, und selbst wieder unterbrochene Contouren zeigend. Die drei verschiedenen Schichten des Nucleolus sind in der Zeichnung nicht deutlich.

Fig. 11. Nervenzelle aus der vorderen grauen Substanz des Froschrückenmarks. An dieser Zelle sieht man die umgebende graue Substanz, *a*, die Doppelcontour der Zelle, *b*, die von der Doppelcontour in andere Richtungen abbiegenden Elementarröhrchen, *b'*, das Zellenparenchym, *d*, wie bei der vorhergehenden Figur. Auffallend hervorstechend ist die Nucleus, *n*, mit seiner vielfach unterbrochenen Doppelcontour. Das Parenchym des Nucleus, *o*, zeigt sich ähnlich dem Zellenparenchym, nur noch feinere und complicirter mit einander verbundene Elementarröhrchen scheinen dasselbe mit zu bilden. Der Nucleolus, *m*, tritt auch hier scharf hervor, zeigt die unterbrochene Doppelcontour (gelbe Schicht), und einen Ausläufer, *, in fast gerader Richtung nach unten sich bis dicht an die Peripherie des Nucleus erstreckend. Die drei verschiedenen Schichten des Nucleolus sind auch in der Zeichnung dieser Zelle nicht ersichtlich.

Fig. 12. Grosse, sogenannte runde oder bipolare Zelle aus dem Rückenmarke von Petromyzon fluviatilis (in einem Längsabschnitte enthalten; der Schnitt traf die Zelle so, dass deren Fortsätze nicht darin enthalten sind). Die umgebende graue Substanz, *a*, die Doppelcontour der Hülle, *b*, *b'*, der durch die Härtungsflüssigheit bewirkte hellere Raum zwischen Hülle und Zellenparenchym, *c*, das Zellenparenchym, *d*, verhalten sich wie bei den beiden vorigen Figuren. Die Doppelcontour des Zellenparenchyms, *x*, vielfach unterbrochen. Der Nucleus, *n*, mit seiner unterbrochenen Doppelcontour zeigt ein helleres Parenchym, *o*, als das Zellenparenchym, und einen auffallenden Fortsatz, *s*, gleichsam einen Stiel, der ganz so wie der Nucleus die Doppelcontour und ein gleiches Parenchym zeigt. Der Nucleolus, *m*, zeigt die unterbrochene Doppelcontour (gelbe Schicht), eine etwas dunklere Centralschicht (rothe Schicht), *r*, und die intermediäre Schicht zwischen beiden (die blaue Schicht), *u*.

Fig. 13. Eine andere sogenannte runde (bipolare) Zelle aus dem Rückenmarke von Petromyzon fluviatilis. Die Buchstaben *a*, *b*, *b'*, *c*, *d*, *g* bezeichnen die nämlichen Theile wie in den drei vorhergegangenen Figuren. Der helle Zwischenraum zwischen Zellenhülle und Zellenparenchym, *c*, *c'*, ist hier besonders breit; man sieht darin, bei *c'* und anderen Stellen, Fragmente von Elementarröhrchen, welche die Zellenhülle mit dem Zellenparenchym verbinden; bei *b'* besonders deutlich ein Fortsatz der Zellenhülle gegen das Zellenparenchym hin. Die Doppelcontour des Zellenparenchyms, *x*, ist hier besonders deutlich. Der Nucleus, *n*, zeigt seine unterbrochene Doppelcontour, sein helleres Parenchym, *o*. Am auffallendsten aber an dieser Zelle ist der Nucleolus, *m*, mit seiner unterbrochenen Doppelcontour (gelbe Schicht), *m*, der dunkleren Centralschicht (rothe Schicht), *r*, und der intermediären Schicht zwischen beiden (blaue Schicht), *u*, so wie der Fortsatz des Nucleolus, *, welcher grösser ist, als der Durchmesser des Nucleolus, und sich gegen die Peripherie des Nucleus hin (nach unten und aussen) wendet.

Zweite Tafel.

Fig. 14. Eine andere (sogenannte bipolare) Zelle aus dem Petromyzon-Rückenmark (der Schnitt traf die Zelle so, dass von ihren grossen Fortsätzen nur ein einziger in die Schnittebene fiel, die andern also unsichtbar sind. Die Buchstaben *a*, *b*, *b'*, *c*, *d*, *g* bezeichnen die nämlichen Theile, wie in den vorhergegangenen Figuren 10—13. Besonders deutlich sieht man hier die unterbrochene Doppelcontour der Zellenhülle, *b*, *b:* die Verbindungstheile zwischen Zellenhülle und Zellenparenchym, *b';* den anscheinend leeren Raum zwischen Zellenhelle und Zellenparenchym, *c;* die faserige und körnige Structur des Zellenparenchyms, *d;* die sehr unterbrochene Doppelcontour des Zellenparenchyms, *x:* nicht minder auffallend ist die unregelmässige und unterbrochene Doppelcontour des Nucleus, *n:* das hellere Parenchym, *o*. Der Nucleolus, *m*, zeigt, obwohl nicht so scharf als in der vorherbeschriebenen Zelle, die drei verschiedenen Schichten. Einen grossen Fortsatz, *k*, sieht man hier klar, umgeben von der unmittelbaren Fortsetzung der Zellenhülle, *k'*, übrigens ein gleiches Gewebe wie das Zellenparenchym zeigend. Der Nucleolus dieser und der folgenden Figur illuminirt.

Fig. 15. Eine andere grosse (runde, bipolare) Nervenzelle aus dem Petromyzon-Rückenmark, in einem feinen Längsabschnitt enthalten, jedoch ohne dass die von ihr ausgehenden Fortsätze mit ihr

in Verbindung erscheinen. Die unterbrochene Doppelcontour der Zellenhülle, *b, b;* und ihre Verbindungen mit der umgebenden Rückenmarkssubstanz, *a;* der anscheinend leere Raum *c*, zwischen Hülle und Zellenparenchym, *d;* die Doppelcontour des Zellenparenchyms, *x;* die unterbrochene Doppelcontour des Nucleus, *n;* das Parenchym des Nucleus, *o;* der Nucleolus *m*, und zwar dessen äusserste (gelbe) Schicht mit der breiten dunklen Contour; die rothe Centralschicht des Nucleolus, *r;* die intermidiäre blaue Schicht, *u*.

Fig. 16. Theil einer Primitivnervenfaser vom N. brachialis des Ochsen, sechs Stunden nach dem Tode des Thiers, ohne andern Zusatz als destillirtes Wasser, bei 700-facher Vergrösserung. Die bei geringeren Vergrösserungen als Doppelcontour erscheinende seitliche Begränzung zeigt sich beiderseits aus drei dunklen Linien, *a, b, c*, zusammengesetzt. Die Linien *bc* schliessen die rothe äussere Schicht ein; die Linien *ac* begränzen die blaue innere Schicht der „Doppelcontour." Die Unterbrechung der Doppelcontour, bei *d*, und an anderen Stellen; die nach innen abbiegenden Theile der Doppelcontour, bei *e*, und an anderen Stellen. Ich mache hier auf einen sinnentstellenden Druckfehler aufmerksam, welcher sich p. 15, Zeile 3 von unten, eingeschlichen hat, wo es heisst: „die innere rothe Schicht fehlt." Hier lese man: „die andere rothe Schicht fehlt."

Fig. 17. Theil einer Primitivnervenfaser aus dem N. vagus des Ochsen, wenige Stunden nach dem Tode, mit Wasser unter dem Mikroskope untersucht, bei 460-facher Vergrösserung. Die Unterbrechung der Doppelcontour, bei *a*, zeigt sich auf beiden Seiten der Faser.

Fig. 18. Aus demselben Nerven des Ochsen, bei gleicher Vergrösserung (460). Man sieht die nach innen, gegen den Axencylinder hin, abbiegenden Theile der Doppelcontour, bei *a*, resp. deren bifurcatorische Theilung; die wie zur Bildung einer Knotentour spiralig um einander geschlungenen Theile der Doppelcontour, bei *b*.

Fig. 19. Aus demselben Nerven, bei gleicher Vergrösserung. Eine Primitivnervenfaser mit bifurcatorisch gespaltener Doppelcontour, *a;* mit unterbrochener Doppelcontour, bei *b*.

Fig. 20. Eine andere Primitivnervenfaser aus dem N. vagus des Ochsen, sechs Stunden nach dem Tode, mit Wasser behandelt, 460-fache Vergrösserung. Bifurcatorische Spaltungen der Doppelcontour, bei *a, a';* mehrfache Doppelcontour, bei *b*.

Fig. 21. Ein aus einer Primitivnervenfaser durch Druck hervorgetriebener Axencylinder mit theilweise anhängendem Nervenmark, vom N. ischiadicus des Ochsen, wenige Stunden nach dem Tode, mit einer schwachen Jod- und Jodkalilösung befeuchtet, 700-fache Vergrösserung. Der Axencylinder, ohne umgebendes Mark, bei *a;* vom Marke umgeben, bei *b;* an letztgenanntem Orte sieht man eine Menge feiner faseriger Gebilde, Elementarröhrchen, von den verschiedensten Punkten der Oberfläche des Axencylinders ausgehend, bei *b*, und in spitzen Winkeln, von unten nach oben gerichtet, woher der Druck wirkte, verlaufend.

Fig. 22. Primitivnervenfaser aus dem N. vagus des Ochsen, wenige Stunden nach dem Tode, mit destillirtem Wasser behandelt; 460-fache Vergrösserung. Die Doppelcontour, *a, b, c*, zeigt Varicositäten, *a*, welche sich in Verschmälerungen, *b*, verlängern, die selbst wieder von den breiteren Theilen der nächstfolgenden Varicosität, *c*, eingeschlossen werden, gleich dem schmäleren Theile eines Trichters, der in dem weiten Theile eines anderen Trichters steckt. Die Unterbrechung der Doppelcontour ist hier an mehreren Stellen deutlich genug. Die blasse (*Schwann*'sche) Hülle erscheint bei *d, d*.

Fig. 23. Primitivnervenfaser aus dem N. vagus eines Ochsen, wenige Stunden nach dem Tode mit destillirtem Wasser behandelt, 700-fache Vergrösserung. Die Doppelcontour erscheint hier wie aus blattförmig oder dachziegelförmig sich deckenden Abtheilungen bestehend, vielfach unterbrochen an der äusseren Seite, bei *a*, mit feinsten Spitzen nach innen (gegen den Axencylinder hin) endigend, bei *b*. — Ein jedes blatt- oder lanzettförmiges Fragment der Doppelcontour zeigt drei dunkle Linien, *c, d. e;* die Linien *cd* begränzen die rothe (äussere) Schicht; die Linien *de* begränzen die blaue (innere) Schicht. Spuren der blassen (*Schwann*'schen) Hülle finden sich an verschiedenen Stellen, z. B. bei *g*.

Fig. 24. Aus dem N. vagus des Ochsen; Primitivnervenfaser, erst mit destillirtem Wasser behandelt, dann mit schwacher Jodlösung, nach Anwendung leichten Drucks; 700-fache Vergrösserung. Der Axencylinder, *a*, erscheint deutlich vom Nervenmark, *b*, gesondert; die Ausläufer des Axencylinders erscheinen

bei *c*, *c'*, *c''* beiderseits unter spitzen Winkeln von demselben in das Nervenmark gegen die Peripherie der Primitivnervenfaser hintretend. Das Nervenmark, *b*, *b'*, selbst aus zahllosen Elementarröhrchen zusammengesetzt. An dem Querdurchschnitts-Ende der Primitivnervenfaser, *d*, erscheint letztere gleichsam eingeschnürt, und das Nervenmark tritt aus ihr bei leisem Druck hervor, *e*, gleichfalls aus zahllosen Elementarröhrchen zusammengesetzt, welche Farben und Begränzungen wie die Doppelcontour zeigen.

Fig. 25. Ein Axencylinder aus einer Primitivnervenfaser des N. vagus eines Ochsen, kurze Zeit nach dem Tode, mit einer schwachen Jodlösung befeuchtet, bei 700-facher Vergrösserung. Man sieht hieran die ungleichen Begränzungen beiderseits, die nicht eine ununterbrochene Linie darstellen, *a*, *a*; die Fragmente feiner Ausläufer desselben bei *b*, und die granulirte Oberfläche desselben.

Fig. 26. Axencylinder einer andern Primitivnervenfaser des N. vagus des Ochsen, ebenso behandelt und vergrössert wie in Fig. 25. Man sieht hier zwei durch ein schmales Mittelstück, *a*, verbundene Theile des Axencylinders, *b*, *e*; das schmale Verbindungsstück lässt sich auch noch innerhalb der beiden Fragmente, bei *d*, erkennen; es ist dieses die Centralschicht des Axencylinders, zufällig durch die Präparation isolirt.

Fig. 27. Querdurchschnittsfläche einer Nervenprimitivfaser, aus dem N. Ischiadicus des Ochsen, wenige Stunden nach dem Tode, 700-fach vergrössert; das abgeschnittene Ende bietet zufällig, durch Umbeugung, seine Querdurchschnittsfläche dar. Man erkennt die unterbrochene Contour der Hülle und des Marks, *a*, ferner die unterbrochene Contour des Axencylinders, bei *b*, und dessen granulirtes Parenchym (in der Abbildung undeutlich).

Fig. 28. Die Umrisse desselben Axencylinders, bei 900-facher Vergrösserung. Sie bilden eine unterbrochene doppelte Kreislinie, oder einen Theil einer Spirallinie.

Fig. 29. Eine Nervenprimitivfaser aus dem N. vagus des Ochsen, wenige Stunden nach dem Tode, mit schwacher Jodlösung (Aq. dest. Uz. jj Kal. jod. gr. jj Jod. gr. j) behandelt, 700-fach vergrössert. Man sieht den Axencylinder, *a*, das Nervenmark *b*, *b'* aus zahllosen Elementarröhrchen bestehend; die Ausläufer des Axencylinders, *c*, *d*, *e*, welche theils vor ihm her, *e*, *e*, theils hinter ihm her, *d*, verlaufen und das Nervenmark bilden.

Fig. 30. Primitivnervenfaser aus dem ischiadicus des Ochsen, wenige Stunden nach dem Tode, mit Jodlösung behandelt. Man sieht die Ausläufer, *b*, des Axencylinders, *a*, und deren Communicationen im Raume des Nervenmarks, *c*.

Fig. 31. Eine andere Primitivnervenfaser aus dem N. ischiadicus des Ochsen, wenige Stunden nach dem Tode des Thiers, mit Jodlösung behandelt. Vergr. 700. Bei *aa* sieht man den Axencylinder; das Nervenmark erscheint rosenkranzförmig angeschwollen *b*, *b'* *b''*, resp. durch einzelne Einschnürungen, *c*, *c'* *c''*, in bestimmte Abtheilungen getheilt.

Fig. 32—35. Nucleoli verschiedener Nervenzellen aus Chromsäurepräparaten; alle 700-fach vergrössert, halbschematisch dargestellt. Der Ersparung des Raumes wegen sind nur die Nucleoli gezeichnet, und nicht zugleich die Nervenzellen, in welchen sie enthalten waren, dargestellt worden.

Fig. 32. Ein Nucleolus aus der Nervenzelle eines Ochsen-Rückenmarks, enthält zwei Körnchen im Innern.

Fig. 33. Ein Nucleolus aus einer andern Zelle des Ochsen-Rückenmarks, vier in Kreuzesform dicht an einander liegende Körnchen enthaltend.

Fig. 34. Ein Nucleolus, gleichfalls aus einer Zelle des Ochsen-Rückenmarks, fünf Körnchen enthaltend, davon eins dicht an der Peripherie des Nucleolus.

Fig. 35. Ein Nucleolus aus einer Nervenzelle des Kalbs-Rückenmarks, sieben Körnchen enthaltend, die, gleich den Blättern einer Blumenkrone um den Kelch, um ein centrales Körnchen herumgelagert sind.

Fig. 36. Nucleolus aus einer Zelle des Kalbs-Rückenmarks, fünf Körnchen enthaltend, die in zwei Reihen liegen.

Fig. 37. Nucleolus aus einer Zelle des Ochsen-Rückenmarks, sieben Körnchen enthaltend, die fast in einem Kreise gelagert sind.

Fig. 38. Nucleolus aus einer Zelle des Ochsen-Rückenmarks, aus drei concentrischen Kreisen auf den ersten Blick zusammengesetzt. Die Kreislinien sind aber unregelmässig und auch nicht ganz continuirlich. Der

innerste Kreis umschliesst die rothe Schicht, der mittlere begränzt die blaue Schicht, der äusserste enthält die gelbe Schicht.

Fig. 39. Nucleolus aus einer Nervenzelle des Frosch-Rückenmarks. Die Contour dieses Nucleolus bildet keinen geschlossenen Kreis, sondern erscheint wie eine kleine Kugel an einem längeren Stiel, d. h. der Nucleolus sendet einen auffallenden breiten Fortsatz ab, der länger ist als der Durchmesser des Nucleolus.

Fig. 40. Nucleolus aus der Nervenzelle eines Ochsen-Rückenmarks. Derselbe zeigt zwei Fortsätze, die von verschiedenen Punkten der Peripherie nach einer Richtung, jedoch divergirend, (nach rechts) abgehen, ausserdem zwei Körnchen in seinem Innern.

Fig. 41. Ein Nucleolus aus einer Nervenzelle des Kalbsrückenmarks, mit zwei Fortsätzen, die nach entgegengesetzten Richtungen von verschiedenen Punkten der Peripherie abgehen; ausserdem erkennt man darin zwei auffallende Contouren der verschiedenen (doch nicht aller drei) Schichten.

Fig. 42. Ein Nucleolus aus der Nervenzelle eines Ochsen-Rückenmarks mit einem auffallend langen geschlängelt verlaufenden Fortsatz.

Fig. 43. Ein Nucleolus (aus dem Kalbs-Rückenmark), mit einem Fortsatz, von der äussersten Schicht des Nucleolus ausgehend; die übrigen Schichten des Nucleolus sind durch scharfe Contouren deutlich von einander geschieden.

Fig. 44. Ein Nucleolus (aus einem Ochsen-Rückenmark) mit vier in Kreuzesform an einander liegenden Körnchen; von zweien dieser Körnchen gehen Verlängerungen nach entgegengesetzten Richtungen ab (Elementarröhrchen).

Fig. 45. Ein Nucleolus (aus einem Kalbs-Rückenmark), welcher zwei Körnchen im Innern zeigt, von welchen zwei Fortsätze nach verschiedenen Richtungen ausgehen, die bis in das Parenchym des Nucleus hinein verfolgt werden können.

Fig. 46. Ein Nucleolus (aus dem Ochsen-Rückenmark), welcher zwei Körnchen enthält, von denen drei Velängerungen oder Fortsätze nach verschiedenen Richtungen ausgehen, und bis in das Parenchym des Nucleus hinein sich erstrecken.

Fig. 47. Ein Nucleolus (Kalbs-Rückenmark) mit einem Körnchen im Innern, von welchem drei verschiedene Fortsätze nach verschiedenen Richtungen hin ausgehen.

Fig. 48. Nucleolus aus einer (bipolaren) Nervenzelle des Rückenmarks von Petromyzon fluviatilis, welche ein Körnchen (rothe Schicht) zeigt, von welchem sechs Fortsätze nach verschiedenen Richtungen hin ausgehen und bis in das Parenchym des Nucleus hinein verfolgt werden können.

Fig. 49. Nucleolus (Ochsen-Rückenmark), mehrere Körnchen im Innern zeigend; von verschiedenen Punkten der Peripherie (gelber Schicht) gehen Fortsätze in das Parenchym des Nucleus.

Fig. 50. Nucleolus (Ochsen-Rückenmark), enthält mehrere Körnchen, und von der äussern (gelben) Schicht gehen drei Fortsätze aus in das Parenchym des Nucleus.

Fig. 51. Nucleolus (Kalbs-Rückenmark), aus dessen mitterer blauer Schicht vier Fortsätze in das Parenchym des Nucleolus eintreten.

Fig. 52. Nucleolus (Ochsen-Rückenmark), dessen Inneres vier in Kreuzesform mit einander verbundene Fasern (Elementarröhrchen) zeigt.

Fig. 53. Nucleolus (Ochsen-Rückenmark), die drei verschiedenen Schichten scharf ausgeprägt zeigend; von der mittleren gehen, in Kreuzesform, vier feine Fasern zur centralen Schicht.

Fig. 54. Nucleolus (Ochsen-Rückenmark) mit einem Fortsatz und darmartig gewundenen Fasern im Innern.

Fig. 55. Nucleolus (Kalbs-Rückenmark) mit vier Fortsätzen, die im Innern darmartige Windungen zeigen und sich in den Nucleus fortsetzen.

Fig. 56. Zwillingszelle aus dem electrischen Lappen des Gehirns des Zitterrochens, enthalten in einem feinen Abschnittte. Diese Zelle kann auch als eine in Theilung begriffene Zelle angesehen werden. Vergrösserung 360. Die Zelle *A* ist von der Zelle *B* durch zwei oberflächliche Einkerbungen, *a a'* getrennt. Der Nucleus der Zelle *A* ist, bei *b*, sichtbar; der Nucleus der Zelle *B*, bei *b'*. Der Nucleolus der Zelle *A* ist bei *c* sichtbar, der Nucleolus der Zelle *B* bei *c'*, letzterer nicht ganz deutlich, wahrscheinlich durch den Schnitt entfernt. Es erstreckt sich vom Nucleolus der Zelle *A* zu demjenigen der Zelle *B* eine faserartige Brücke, *d;* von dem Nucleolus *c'* gehen ausserdem noch drei faserartige Fortsätze *e*, *e'*, *e''*

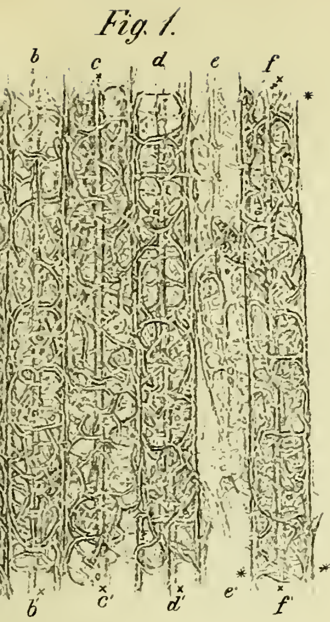
durch das ganze Parenchym des Nucleus bis in das Zellenparenchym hinein. Die brückenartige Faserverbindung, *d*, zeigt in ihrer Mitte noch einen Längsstreif. Vom Nucleus, *b*, der Zelle A, läuft eine faserartige helle Masse, *n*, durch das Parenchym der Zelle *A* bis zur Peripherie. Die grossen Fortsätze der Nervenzellen sind bei *x*, *x*, *x* angedeutet.

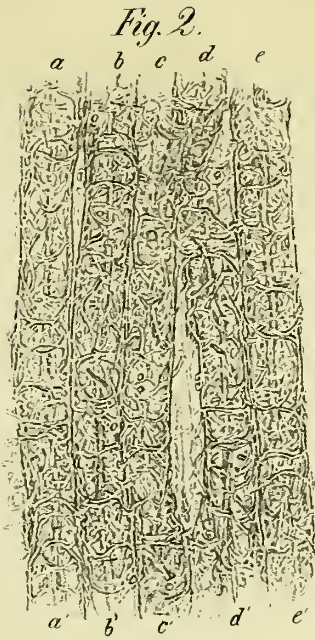
Fig. 57. Grosse Nervenzelle aus einem frischen Kalbs-Rückenmark, durch Zerfaserung der grauen Substanz isolirt. Vergrösserung 460. Ich habe diese eine Skizze statt vieler ähnlicher gegeben, um zu zeigen, dass ich solche anscheinende Ursprünge dunkelcontourirter Nervenfasern von Nervenzellen häufig gesehen habe, dass ich oft diese Ursprünge als Scheinursprünge bestehen, die Faserfragmente über- oder untergelegt sah, oft aber auch durch keinerlei Mittel, Bewegungen und Rollen der Zellen, Abspülung mit Wasser etc. diese anscheinenden Faserursprünge von der Zelle entfernen konnte. Der Nucleus, *a*, enthält den Nucleolus, *b*; die zwei dunkelcontourirte Nervenfasern, *c*, *c'*, entspringen anscheinend vom Zellenparenchym und sind durch keinerlei Manipulation von demselben zu entfernen; die grossen Zellenfortsätze bei *x*, *x*, *x*.

Fig. 58. Idealer Längsdurchschnitt durch eine Nervenprimitivfaser (oder ideale Längsdurchschnittsfläche einer solchen). Die äussere Hülle, *a*, sendet Ausläufer oder Verästelungen zur Verbindung mit benachbarten Fasern aus, *b*. Das Nervenmark, *c*, besteht aus einer Menge gewundener, communicirender etc. Elementarröhrchen, die in mehr oder weniger querer Richtung, *d*, gegen das Centrum der Faser verlaufen, und sich mit dem Axencylinder, *i*, *i'*, verbinden; und zwar stehen dieselben mit der äusseren Schicht des Axencylinders, *e*, oder mit der mittleren (zweiten) Schicht des Axencylinders, *g*, oder mit der centralen (innersten) Schicht des Axencylinders, *h*, in Verbindung.

Fig. 59. Idealer Querdurchschnitt durch eine Primitivnervenfaser (oder ideale Querdurchschnittsfläche einer Primitivnervenfaser). Die Hülle, *a*; die Ausläufer in centrifugaler Richtung, *b*, zur Verbindung mit benachbarten Theilen; die Ausläufer oder Verästelungen derselben in centripetaler Richtung, *b'*, zur Verbindung mit dem sogenannten Nervenmark, *c*; der Axencylinder, *d*; die äussere Schicht des Axencylinders, *e*, sammt einem Ausläufer, der sich mit der Peripherie (Hülle) der Faser verbindet; die zweite oder mittlere Schicht des Axencylinders, *g*, nebst einem Ausläufer, welcher in Verbindung mit Mark und Hülle tritt. Die centrale (innerste) Schicht des Axencylinders, *h*, nebst einem Fortsatz, der mit Mark und Hülle in Verbindung ist.

Fig. 60. Idealer Durchschnitt durch eine Nervenzelle (oder ideale Durchschnittsfläche einer Nervenzelle, sehr bedeutend vergrössert gedacht). Die Hülle, *a*, sendet Fortsätze (Elementarröhrchen) nach aussen, *b*, zur Verbindung mit den umgebenden Theilen; und Fortsätze nach innen, *c*, zum Zellenparenchym, *e*, (wovon nur ein kleiner Theil skizzirt ausgeführt ist, während der grösste Theil als leerer Raum gelassen ist; der Nucleus *N*, zeigt seine Doppelcontour, *g*, und deren Ausläufer zu dem Zellenparenchym, *g'*, wie Ausläufer zu dem Nucleus-Parenchym, *g''*; das Nucleus-Parenchym, *h*, aus communicirenden Elementarröhrchen zusammengesetzt. Der Nucleolus, *N'*, zeigt seine drei verschiedenen Schichten mit ihren Ausläufern, die äussere (gelbe) Schicht *n'*, mit dem Ausläufer, †, gegen die Peripherie des Nucleus hin; die mittlere (intermediäre), blaue Schicht, *n'*, mit dem Ausläufer * zur Peripherie des Nucleus, und die centrale, rothe, Schicht, *n''*, mit dem Ausläufer ✳, der die beiden andern Schichten des Nucleus burchbohrt und in das Nucleus-Parenchym eindringt, resp. zu dessen Peripherie verläuft. Die feinen Elementarröhchen, welche die verschiedenen Schichten des Nucleolus untereinander verbinden, *o*, *o'*. Die grossen Fortsätze der Zelle bei *x*, *x*, *x*; einer derselben, *x'*, zeigt die Hülle und das Parenchym wie die Zelle selbst. Das Parenchym des Nucleus ist nur theilweise skizzirt; der grösste Theil, als leerer Raum gelassen, muss wie *h* skizzirt gedacht werden.


Fig. 1.


Fig. 2.

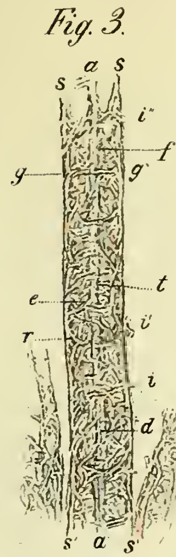
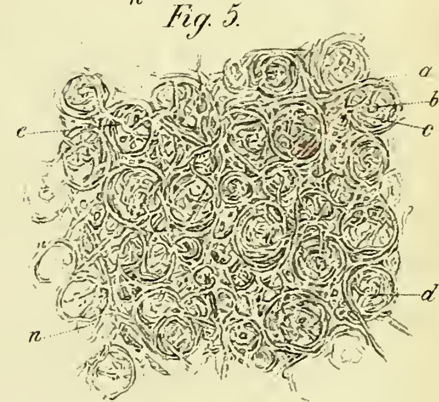
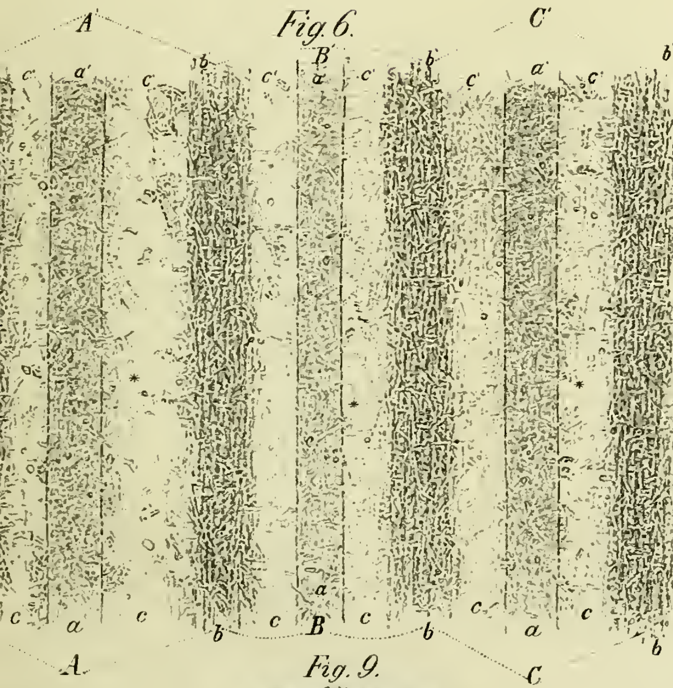
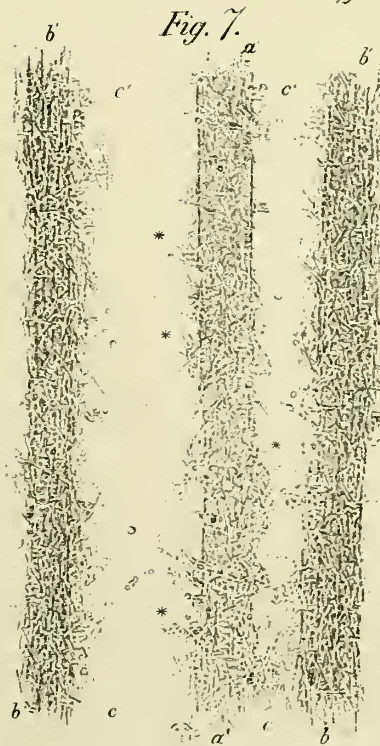
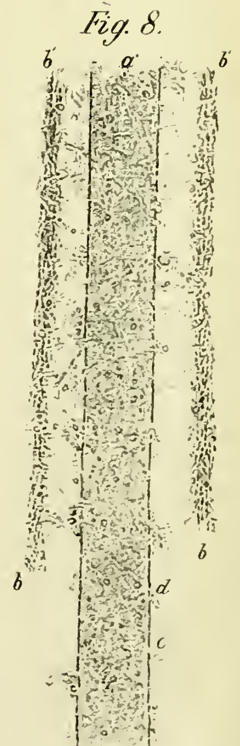

Fig. 3.

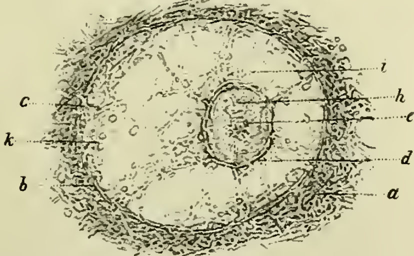

Fig. 4.

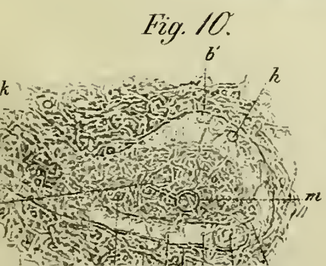

Fig. 5.

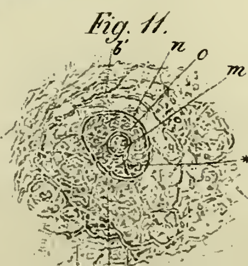

Fig. 6.

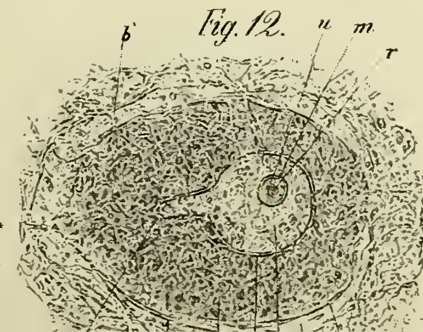

Fig. 7.


Fig. 8.


Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 11.


Fig. 12.

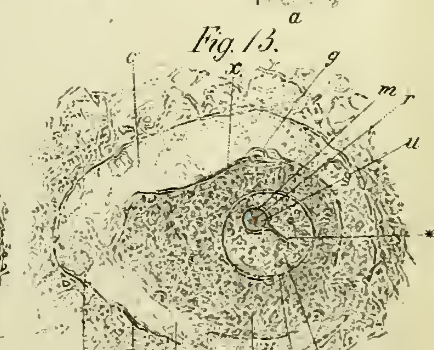

Fig. 13.


Fig. 14.

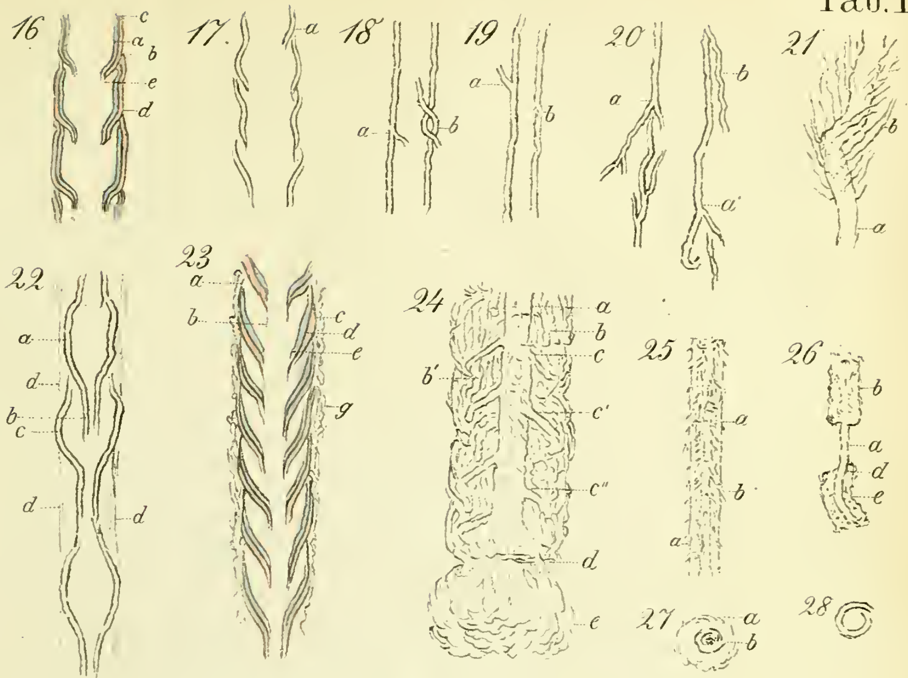
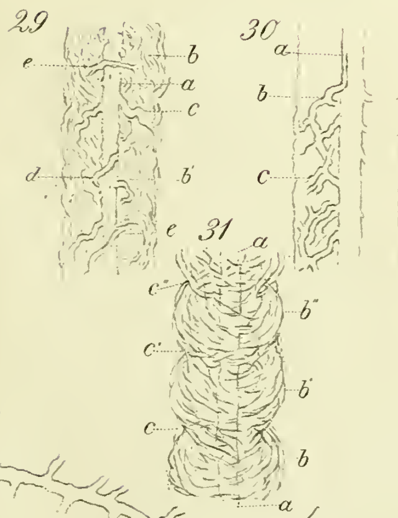
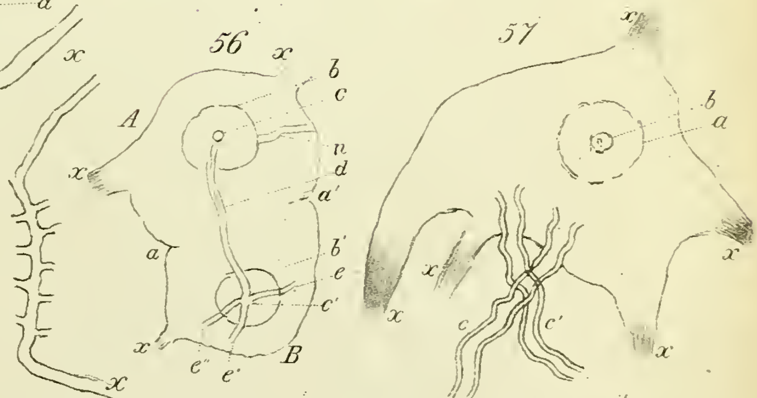

16
17.
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

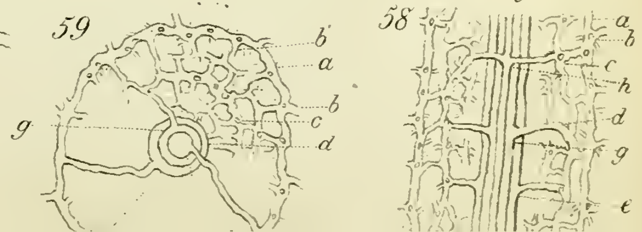

Fig. 15.


29
30
31


32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55


60


56
57


59
58